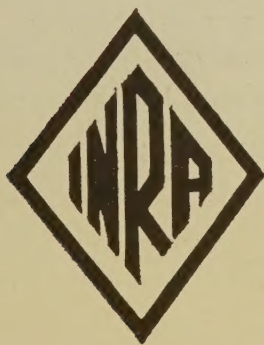
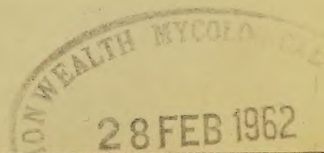
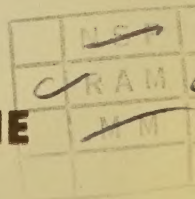


# **ANNALES DES ÉPIPHYTIES**



**INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE  
AGRONOMIQUE**



**VOLUME 12    1961    NUMÉRO 4**



# AVIS AUX LECTEURS

---

La liste des Annales publiées par l'I.N.R.A. s'établit comme suit au 1<sup>er</sup> janvier 1961 :

**ANNALES AGRONOMIQUES.** — Agronomie générale et science du sol — Publication bimestrielle.

**ANNALES DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE.** — Publication trimestrielle.

**ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES.** — Publication trimestrielle.

**ANNALES DES ÉPIPHYTIES.** — Pathologie végétale, zoologie agricole, phyto-pharmacie — Publication trimestrielle.

**ANNALES DE L'ABEILLE.** — Publication trimestrielle.

**ANNALES DE ZOOTECHNIE.** — Publication trimestrielle.

**ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE.** — Publication trimestrielle.

**ANNALES DE BIOLOGIE ANIMALE, BIOCHIMIE, BIOPHYSIQUE.** — Publication trimestrielle.

## PUBLICATIONS RÉCENTES :

**LA PHYSIOLOGIE DE L'INSECTE :** Les grandes fonctions, le comportement, écophysiologie, par **R. Chauvin.** Un fort volume relié de 918 pages. 35 NF  
Franco ..... 38 NF

**LA PHYSIOLOGIE DU VER A SOIE,** par **J.-M. Legay.** Une plaquette  
brochée ..... 8 NF  
Franco ..... 8,50 NF

## VIENT DE PARAÎTRE :

**MALADIES A VIRUS DES PLANTES ET MÉTHODES DE LUTTE,** par **P. Cornuet.** Un ouvrage in-8° cartonné de 440 pages..... 35 NF  
Franco ..... 38 NF

**PROTECTION ACOUSTIQUE DES CULTURES ET AUTRES MÉTHODES D'EFFAROUCHEMENT DES OISEAUX,** par **R.-G. Busnel** et **G. Giban.** Un ouvrage 17 × 24,5, cartonné de 240 pages..... 25 NF  
Franco ..... 28 NF

---

Les commandes d'ouvrages doivent être adressées au Régisseur des publications, 149, rue de Grenelle, Paris-VII<sup>e</sup>.

Règlement : par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des publications, par virement postal, à son compte courant : Paris 9064-43 ou par bons U. N. E. S. C. O.

INFLUENCE SUR LE RENDEMENT DU MAIS  
DE L'INFESTATION DES TIGES PAR LA DEUXIÈME  
GÉNÉRATION DE LA SÉSAMIE  
(*Sesamia nonagrioides* Lef. Lep. Noctuidæ)  
MÉTHODES DE COMPARAISON DES HYBRIDES  
PAR INFESTATION ARTIFICIELLE

P. ANGLADE

avec la collaboration technique de J. BERJON, X. DE LATOUR et J. C. ROBIN.

Station de Zoologie agricole,  
Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, Pont-de-la-Maye (Gironde)

---

SOMMAIRE

Devant les observations globales et les positions contradictoires constatées à ce sujet dans le Sud-Ouest de la France, nous nous sommes proposé de préciser les baisses de rendement effectivement provoquées sur Mais par les chenilles de la génération estivale de *Sesamia nonagrioides* Lef. Nous avons utilisé pour cela une technique d'infestation artificielle par apport d'œufs sur les plantes.

Par cette méthode, nous avons commencé à mettre en évidence des baisses de rendement provoquées, à l'exclusion des dégâts sur grains, par la seule alimentation des chenilles dans la tige. Nous avons souligné le rôle des jeunes stades dans la diminution de rendement et en particulier dans la casse des tiges.

Les pertes, modifications des dimensions des grains et du rendement à l'hectare, varient selon les conditions climatiques et culturales, l'importance et la date de l'infestation, la précocité des hybrides.

En outre, d'autres différences variétales peuvent jouer un rôle. Nous proposons des techniques de mesure pour les mettre en évidence.

---

INTRODUCTION

a) Généralités

L'estimation des dommages causés aux cultures par les insectes pose des problèmes difficiles, particulièrement lorsqu'il s'agit de diminution de rendement provoquée par l'attaque d'organes autres que ceux devant être récoltés. L'étude de cette action indirecte sur le rendement soulève en particulier des questions de méthodes.



De nombreuses informations proviennent des comparaisons de récolte entre parcelles ayant ou n'ayant pas reçu de traitement chimique. Or, ce dernier peut exercer une influence sur d'autres organismes que l'insecte étudié et avoir une action plus ou moins directe sur le rendement (RITTER, 1958), intervenant parfois directement dans la physiologie de la plante ou ayant un simple effet mécanique.

Dans d'autres cas (EVERLY, 1960 ; PRUES et WEAVER, 1958), l'examen simultané des caractéristiques de plantes attaquées et des niveaux de population des ravageurs permet d'estimer, par la méthode de régression, le rendement théorique en absence des attaques. Mais cette méthode, ne faisant intervenir généralement que les populations du ravageur au *moment de la récolte*, demeure assez imprécise pour de nombreux insectes.

Il semble donc que la réalisation d'expériences pour déterminer l'influence indirecte des attaques d'un insecte sur le rendement implique le maintien artificiel d'un niveau donné de population de l'insecte nuisible. Celui-ci est obtenu par le dépôt d'un nombre déterminé d'insectes à un stade convenablement choisi sur des parties nettement définies de plantes à des stades végétatifs réceptifs. Ces interventions peuvent être faites sous cage (BRAZZEL et GAINES, 1956) ou en plein champ, en concurrence ou non avec la population naturelle (PATCH et al., 1942),

#### b) Revue bibliographique

Quelques exemples concernant des insectes vivant dans les tiges du blé et du maïs, et particulièrement le cas de la Pyrale (*Ostrinia* (*Pyrausta*) *nubilalis* HUBN) illustrent les baisses de rendement subies du fait d'attaques indirectes et appuient l'idée de la nécessité d'infestations artificielles pour leur détermination précise.

Pour le blé, on n'a publié, le plus souvent, que des comparaisons de récolte de pieds sains et de pieds attaqués dans des conditions d'infestation naturelle, ce qui explique la variabilité des chiffres avancés.

La Mouche de Hesse (*Phytophaga destructor* SAY) causerait une réduction de 20 à 30 p. 100 du poids moyen de chaque grain provenant de pieds atteints, même sans casse de tige (PAINTER, 1951).

Les larves de Cèphes (*C. cinctus* NORT et *C. pygmaeus* F.) réduisent le poids des épis (réduction de 15 p. 100 du poids moyen d'un grain) (GOLEBIEWSKA, 1956 ; MUNRO, 1945).

Parmi les Chalcidiens des céréales étudiés aux Etats-Unis, *Harmolita grandis* RILEY détermine par la présence dans les chaumes de ses larves de deuxième génération des réductions de récolte allant jusqu'à 22 p. 100 et des modifications de qualité du grain, sur des tiges où ne se distingue pourtant extérieurement aucune malformation (PHILLIPS et POOS, 1953). — *Harmolita tritici* FITCH réduit la taille des grains et surtout le nombre de grains par épi. Les pertes moyennes varient de 13 p. 100 sur les tiges ayant un seul entre-nœud attaqué à 44 p. 100 pour 3 entre-nœuds attaqués (CHAMBERLIN, 1941).

Sur le Maïs et la Canne à sucre, certains essais ont été effectués par les pathologistes concernant l'influence des attaques sur feuilles sur le rendement (ULLSTRUP, 1951) et des observations ont été réalisées sur certaines chenilles endophytes (*Diatraea* spp.) (ARBUTHNOT, WALTON et BROOKS, 1958 ; FLOYD, CLOVER et MASON, 1960 ;



MARTORELL et BANGDIWALA, 1956) ; mais ce sont les dégâts dus à la Pyrale qui retiendront notre attention.

L'ensemble des dégâts causés par la Pyrale affecte le rendement de cinq manières distinctes : par l'alimentation des chenilles sur les grains eux-mêmes ; par les attaques du pédoncule entraînant ou non la chute de l'épi ; par cassure des tiges rendant impossible ou difficile la récolte mécanique (CHIANG et HODSON, 1950) ; par la réduction de la croissance des épis, enfin, en facilitant la pénétration d'organismes pathogènes.

Dès 1930, NEISWANDER et HERR (1930) notent l'impossibilité de travailler sur des comparaisons de champs voisins et sur les comparaisons pied à pied en infestation naturelle (à cause des préférences pour la ponte). Ils créent en plein champ, par transport de pontes, des niveaux différents de population (de 1 à 6 chenilles par pied à l'automne) et montrent ainsi l'existence d'une corrélation entre le nombre de chenilles et la réduction de rendement, celle-ci étant inversement proportionnelle à la durée de la phase « levée floraison femelle ».

Travaillant dans l'Ohio, zone à une seule génération annuelle, PATCH et ses collaborateurs (DEAY, PATCH et SNELLING, 1949 ; PATCH et al., 1942 ; PATCH, DEAY et SNELLING 1951) étudient le degré de réduction de rendement résultant d'un niveau défini de population obtenu par infestation manuelle. Liée au nombre de chenilles présentes sur le pied, cette réduction est également fonction du rendement normal de la variété de Maïs considérée. Ces auteurs ont en outre, cherché à préciser l'influence de quelques facteurs comme les conditions climatiques, le type et la fertilité du sol, le stade de développement de la plante au moment de l'infestation ; en définitive, ils pensent pouvoir retenir un indice moyen de 3 p. 100 de perte par chenille présente par pied à la récolte.

Cependant, avec la race multivoltine du Minnesota, CHIANG et son équipe (CHIANG, CUTKOMP et HODSON, 1954), à la suite d'essais où les descendances de pontes reconnues réparties de façon homogène ont été, sur certaines parcelles, détruites par des traitements chimiques, pensent que l'indice établie par PATCH conduit dans ces conditions à surestimer les pertes et font ressortir la nécessité d'essais plus précis pour la zone à deux générations.

Par la suite, ils ont montré (CHIANG et HOLDAWAY, 1959), que la présence des chenilles de première génération réduit la taille des feuilles et la longueur des entrenœuds. Ces phénomènes commenceraient à se manifester pendant l'alimentation des jeunes chenilles aux dépens des feuilles, avant la pénétration dans la tige.

Enfin, (CHIANG et al., 1960) ces mêmes auteurs ont souligné récemment la difficulté de relier le rendement et la seule population automnale de la Pyrale, car on arrive alors à des résultats paradoxaux, tel le fait de constater le meilleur rendement sur des plantes ayant le plus de chenilles à l'automne. Ceci s'explique par le fait que des populations automnales identiques peuvent résulter de populations estivales bien différentes et ne sauraient donc être prises comme seule base pour l'estimation des pertes dues à la Pyrale.

Plus près de nous, une de nos collègues (Mme GUENNELON et AUDEMARD, 1960) a entrepris l'étude de la nocivité de la Pyrale dans la basse vallée du Rhône. Elle a particulièrement mis en valeur l'importance des localisations des chenilles dans la plante sur la manifestation de divers degrés de nocivité.



I. — OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES SUR LES DÉGÂTS DE LA SÉSAMIE  
DU MAIS (*Sesamia nonagrioides* Lef.) CONSTATÉS  
EN PLEIN CHAMP DANS LE SUD-OUEST AQUITAIN

Si les dégâts de Pyrale ont été bien décrits et analysés et si les pertes que cet insecte provoque ont fait l'objet de nombreuses estimations, il n'en était pas de même pour la Sésamie, et les caractères particuliers de cette espèce n'autorisent pas la transposition pure et simple des résultats obtenus sur la Pyrale.

Certes, comme celles de la Pyrale, les chenilles de deuxième génération de Sésamie déterminent sur les plantes atteintes des dégâts de divers ordres : grains dévorés, casse du pédoncule de l'épi entraînant ou non la chute de ce dernier, casse des tiges en-dessous du niveau de l'épi. Enfin, pour les deux espèces, il n'était pas à priori exclu que la présence de nombreuses chenilles dans les tiges, même sans manifestation extérieure notable de dégâts, n'entraînent une baisse de rendement des pieds infestés. C'est surtout ce dernier aspect que nous avons voulu envisager. D'autre part certains traits du comportement de la Sésamie (dépôt des pontes et alimentation sous les gaines des feuilles, pénétration massive des jeunes chenilles au niveau des nœuds) apportent des données nouvelles qui justifient une étude spéciale de la nocivité de cette espèce. Dans une première étape, nous avons tenté d'évaluer les différences de production de pieds sains et de pieds attaqués, sous une infestation naturelle de Sésamie.

Sur une même parcelle de la Station expérimentale du Maïs, à Saint-Martin-de-Hinx (Landes) deux hybrides doubles ont été cultivés en 1955 : l'un demi-précoce, *Wisconsin 355*, l'autre tardif, *Iowa 4417*. Le semis (mi-mai) fait à l'écartement  $0,70 \times 0,35$  donne un peuplement théorique de 40.816 plantes à l'hectare.

Au moment de la récolte, on repère les pieds attaqués par examen des tiges après défoliation partielle. Sur dix lignes du centre de chaque parcelle, on prélève 50 pieds attaqués arrachant également le pied sain voisin de chaque pied attaqué, et éliminant les plantes voisines des emplacements de pieds manquants. Les épis, vérifiés indemnes d'attaques directes, sont alors étiquetés, séchés dès la récolte, puis égrenés. Le grain obtenu de chaque épi est à nouveau séché à l'étuve à  $110^{\circ}$  C. et les corrections faites pour exprimer les résultats en poids de grain à 15,5 p. 100 d'humidité.

Pour l'hybride *W.355*, les différences observées entre pieds sains et pieds attaqués (tableau I) sont hautement significatives ( $P < 0,01$  pour le poids total de grains et  $P < 0,001$  pour le nombre de grains).

TABLEAU I

Comparaison de récolte entre pieds sains et attaqués : W. 355 — Saint-Martin de Hinx — 1955

	Nb. de gr. par plante	Pds. gr. sec par plante	Rendement Qx/H
Pieds sains .....	315,4	81,26	33,2
Pieds attaqués .....	207,6	54,80	22,4

Dans ce cas, l'attaque se traduit par une diminution de récolte de 32,6 p. 100 due à une diminution de 34,2 p. 100 du nombre total de grains provoqué principa-





FIG. 1. — Quelques types de dégâts de chenilles de *Sésamie* sur épis de Maïs

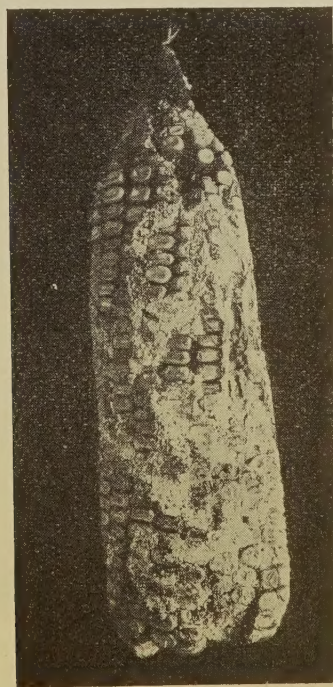


FIG. 2. — Epi de Maïs dévoré par une chenille de *Sésamie*  
(cliché Station Zoologie agricole du Sud-Ouest — opérateur P. RAMADIER)



lement par une augmentation du pourcentage des épis ayant peu de grains (moins de 50 grains).

On notera que cet hybride ayant subi un excès de chaleur au moment de la floraison, a eu dans notre essai une très mauvaise fécondation et que son rendement, même sans Sésamie, a été très faible par rapport à son rendement normal à Saint-Martin-de-Hinx (55 quintaux) (ALABOUVETTE et al., 1951).

Sur la variété *I. 4417*, pour laquelle un accident empêcha la pesée, c'est sur les pieds attaqués que le nombre de grains est significativement supérieur à celui trouvé sur les pieds sains.

Ces résultats déconcertants à priori ne pourraient s'expliquer que par les différences de précocité entre les deux hybrides, conduisant soit à des différences dans les dates d'infestation ou dans le comportement et la survie des chenilles, soit à des réactions différentes de la plante. On est dans ce cas réduit à des hypothèses difficiles à débrouiller. Cet essai montre néanmoins la difficulté d'obtenir une estimation valable des pertes par la seule observation des attaques naturelles et la nécessité de recourir pour l'étude de cette question à des infestations artificielles contrôlées.

## II. — DÉTERMINATION EXPÉRIMENTALE DE LA MODIFICATION DU RENDEMENT

### 1<sup>o</sup>) MATÉRIEL ET MÉTHODES

#### a) *Matériel végétal*

Les différents essais ont porté sur des hybrides simples expérimentaux ou entrant dans la composition d'hybrides doubles commerciaux (RAUTOU et BERTIN, 1955). Ces hybrides ont été cultivés, soit à la Station expérimentale du Maïs à Saint-Martin-de-Hinx (Landes) (Essai SM.) ; soit à Mesterrieux (Gironde) (essai M.) dans de bonnes conditions de préparation des terres, de fumure et de végétation.

Les infestations naturelles de Sésamie étaient très faibles (1957) ou faibles ; celle de Pyrale nulle (SM.) ou généralement faibles (M.).

#### b) *Réalisation des infestations artificielles*

Nous avons utilisé à ce propos la technique d'infestation artificielle par apport d'œufs que nous avons décrite par ailleurs (ANGLADE, 1960). Les œufs obtenus d'élevages continus en laboratoire sont déposés en nombres voulus (de 20 à 80) entre la gaine et la tige, à l'emplacement normal des pontes naturelles. Pour tous les essais, on a adopté une position unique de dépôt des pontes par rapport à l'épi, soit selon les variétés aux deuxième et troisième entre-nœuds au-dessus des racines adventives. Les dates d'infestations, sont repérées par rapport aux dates de floraison femelle (apparition des soies), sur 50 p. 100 des pieds, repère adopté généralement par les sélectionneurs. L'éclosion se produit généralement dans les trois à six jours. Le tableau 2 indique le détail des différents essais.

#### c) *Schémas expérimentaux*

En 1957, nous avons procédé aux infestations sur des parcelles destinées aux besoins de l'Amélioration des Plantes, infestant des rangs isolés ou groupés en parcelles de deux ou trois rangs. L'interprétation en est faite comme d'un essai en blocs disposés au hasard. En 1958 (SM.), à l'intérieur de grandes parcelles homogènes de 18 rangs de 50 plantes on a réparti les divers « traitements », c'est-à-dire les divers taux d'infestation artificielle, selon une disposition en carré latin. Chaque petite parcelle infestée comprenant deux rangs de cinq plantes est séparée des parcelles voisines par deux rangs non infestés. Sur les lignes, une longueur de deux mètres environ est laissée entre les parcelles. Cette disposition évite ou limite l'influence des migrations de chenilles de parcelle à parcelle.

Enfin, dans l'essai M. 2, il s'agit d'un essai complexe à deux facteurs de variation : l'hybride



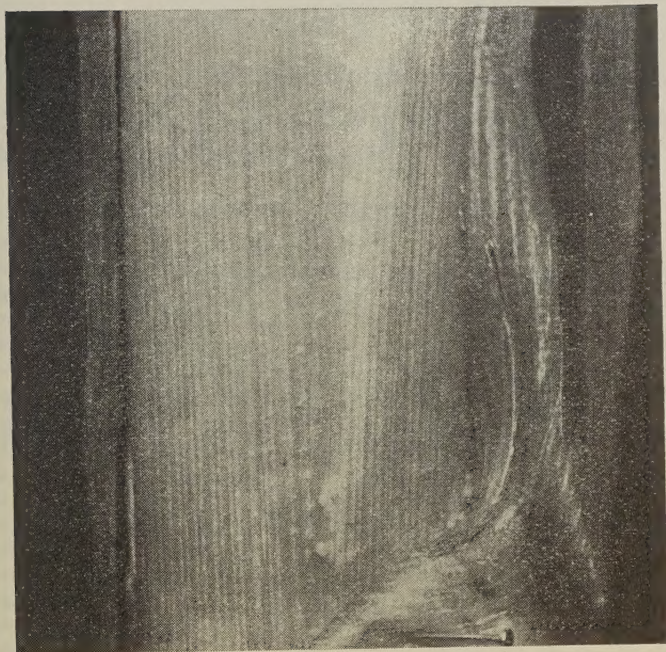


FIG. 3. — *Ponte de Sésamie en place sous une gaine d'un jeune pied de Maïs (photo CHABOUSSOU)*

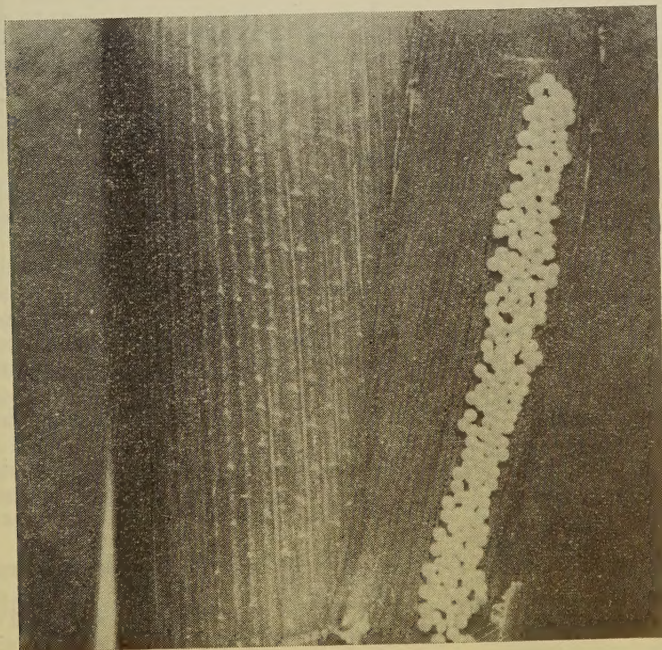


FIG. 4. — *La même ponte après dégagement du lambeau de gaine qui la recouvrait et qui la supporte.*



double I. N. R. A. 353 et ses deux hybrides simples constituants sont placés en double carré latin, les parcelles initiales étant divisées en parcelles élémentaires recevant ou ne recevant pas d'infestation.

TABLEAU 2

*Caractéristiques des essais de mesure de la baisse de rendement provoquée sur le Maïs par les chenilles de Sésamie (S. nonagrioides) issues d'infestation artificielle.*

Date et numéro de l'essai	Hybride	Date de floraison femelle	Intervalle floraison ♀ éclosion des œufs	Date de récolte	Taux d'infestation (Nb. d'œufs déposés par plante)	Nombre de plantes pour chaque taux d'infestation
1957 SM. 1	A. 188 × A. 166	29/7	+ 5	21/10	0.20.40	2 parc. de 25 pl.
SM. 2	WF. 9 × M. 14	7/8	+ 15	22/10	0.20.40	id.
SM. 3	S. 64 × ASP. 272	18/8	+ 5	5/11	0.40	6 parc. de 8 pl.
1958 SM. 4	A. 188 × A. 166	1/8	0	20/10	0.20.40.80	4 parc. de 10 pl.
SM. 5	WF. 9 × M. 14	10/8	— 9	id.	0.20.40.80	id.
M. 1	A. 188 × A. 166	4/8	+ 15	24/10	0.80	3 parc. de 20 pl.
M. 2	INRA 353	3/8	+ 2	id.	0.40	6 parc. de 8 pl.
	F. 47 × F. 39	29/7	+ 7	id.	0.40	id.
	Imp. 91 × A. 312	5/8	0	id.	0.40	id.
1959 M. 3	F. 21 × F. 431	27/7	+ 30	20/10	0.80	5 parc. de 10 pl.
	WF. 9 × M. 14	14/8	+ 3	id.	0.80	id.
	C. 103 × M. 14	14/8	+ 3	id.	0.80	id.
1960 SM. 6	F. 21 × F. 431	13/7	+ 32	15/10	0.20.40.80	4 parc. de 17 pl.
	F. 431 × A. 374	15/7	+ 30	id.	0.20.40.80	id.
	A. 374 × Ia. 153 R	19/7	+ 26	id.	0.20.40.80	id.

Les densités de semis sont de  $0,70 \times 0,35$ , soit un peuplement théorique de 40 816 plantes à l'hectare à Saint-Martin-de-Hinx et de  $0,96 \times 0,24$ , soit 43 000 plantes à Mesterieux.

#### d) Observations et récoltes

Des relevés en cours de végétation donnent les dates de floraison femelle (apparition des soies sur 50 p. 100 des plantes), la hauteur moyenne et le diamètre moyen des tiges, ainsi que le nombre des pieds versés ou cassés en-dessous ou en-dessus de l'épi.

A la récolte, les tiges ont été arrachées et conservées par parcelle pour dissection. Celles-ci donnent le nombre de chenilles hibernantes, leur localisation dans la tige, l'emplacement des dégâts (tige, pédoncule de l'épi). L'importance des dégâts sur chaque entre-nœud est notée selon un code de 0 à 5. En ramenant au même nombre d'entre-nœud, on peut obtenir un « indice de destruction de la tige », évaluant en pourcentage la valeur de la destruction des tissus par les chenilles.

La récolte a été effectuée épi par épi. Ceux-ci sont pesés individuellement, étiquetés et conservés en petits sacs par parcelle. On a noté la présence de chenilles dans la rafle et éliminé les épis à grains attaqués.

Les opérations de séchage et de pesée des grains se sont déroulées comme suit : En 1957, pesée des épis mûrs, puis des épis après séchage modéré, égrenage à la main et pesée des grains provenant de chaque épi, puis prélèvement de 500 grammes de grains par épi pour détermination de l'humidité faite à l'étuve à 105°.

En 1958, début des opérations comme en 1957, mais détermination de l'humidité faite sur des échantillons parcellaires, soit en étuve à 105°, soit en utilisant un humidimètre à carbure.

On a obtenu ainsi le poids de grain à 15 p. 100 d'humidité par parcelle. Il est d'autant plus nécessaire de travailler sur le poids de grains à 15 p. 100 d'humidité, que des différences de poids de rafle et d'humidité existent entre témoins et infestés ; par exemple SM. 3 poids des rafles et de l'eau : témoin 30,9 p. 100 du poids vert, pieds infestés 35,7 p. 100.

Stocké ensuite par traitement, le grain de l'essai SM. 5 a été calibré à la main à travers les grilles d'un calibre et l'on a pu apporter par « traitement » les corrections dues à l'élimination des grains trop petits (déchets) ou trop gros (mal formés) selon les normes employées pour le tri des semences.



2<sup>o</sup>) RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Après analyse, et pour faciliter les comparaisons, les résultats expérimentaux transformés en rendements en quintaux de grain sec (15 p. 100 d'humidité) à l'hectare ont été regroupés dans les tableaux 3 et 4.

TABLEAU 3

*Baisses de rendement enregistrées sur Maïs après infestation artificielle de Sésamie et essai de liaison avec divers caractères de l'infestation et de l'attaque.*

Désignation de l'essai	Doses d'infest. Nb. d'œufs par plante	Rendement grain sec (15 % hum. qx/ha)	Baisse de rendement par rapport au témoin % <sup>(1)</sup>	Plantes cassées à la récolte %	Baisse de rendement par rapport au témoin % <sup>(2)</sup>	Nb. de chenilles par plante à la récolte	Nb. entre nœuds attaqués par plante	Indice de destruction de la tige %
SM. 1	0	75.96		10		0.32	2.9	15
	20	69.75**	8.2	12	8.7	0.46	5.2	32
	40	68.75**	10.6	18	18.7	0.36	5.7	38
SM. 2	0	86.41		43 <sup>(3)</sup>		0.39	2.8	14
	20	86.15	0.3	39	—	0.82	5.1	38
	40	84.08	2.7	32	—	1.07	5.4	35
SM. 3	0	77.08		0		1.04	3.8	19
	40	73.58	4.5	12	16.0	3.15	6.3	39
SM. 4	0	55.41 <sup>(4)</sup>		Pas de casse des tiges		0.10	1.7	11
	20	57.46				0.17	2.5	17
	40	52.73	8.2 <sup>(4)</sup>			0.30	3.2	26
	80	50.83*	11.5 <sup>(4)</sup>			0.62	4.4	36
SM. 5	0	76.11 <sup>(4)</sup>				0.20	1.0	6
	20	76.95				0.32	1.5	11
	40	69.26	10.0 <sup>(4)</sup>			0.70	3.9	31
	80	63.62*	17.3 <sup>(4)</sup>			1.07	4.3	56
M. 1	0	77.19				0.38	1.1	9
	80	76.08	1.4			1.33	3.5	33

\* Différence avec le témoin significative au seuil 10 %.

\*\* Différence avec le témoin significative au seuil 5 %.

<sup>(1)</sup> Baisse de rendement constatée lorsque toutes les plantes sont récoltées.

<sup>(2)</sup> Baisse de rendement constatée lorsqu'on ne récolte pas les pieds cassés.

<sup>(3)</sup> Casse et verse importantes pour cause inconnue sur toutes les parcelles de l'essai.

<sup>(4)</sup> Les parcelles témoins ont souffert de la présence de liserons plus importante que sur les parcelles infestées = les comparaisons sont faites avec les parcelles infestées à 20 œufs par plante.

On remarquera que les « baisses de rendement » mises en évidence par infestation artificielle apparaissent assez variables. Elles demanderaient d'autre part, pour être clairement dégagées de façon statistiquement valable, des dispositifs expérimentaux plus importants que ceux que nous avons pu utiliser avec les moyens dont nous disposons (augmentation du nombre de plantes et du nombre de répétitions).

Cependant, il est néanmoins intéressant de noter que, dans certains cas (SM. 1) des baisses de rendement importantes ont été provoquées même par des doses d'infes-



tation faibles (20 œufs par plante). Rappelons en effet, qu'on obtient en laboratoire 90 œufs par ponte en moyenne et que des pontes de plus de 200 œufs sont assez fréquentes.

TABLEAU 4

*Résultats comparatifs de contaminations artificielles identiques sur divers hybrides simples.*

Références de l'essai	Hybrides testés	Rendement des parcelles non infestées	Rendements et pourcentages de perte p. r. au témoin en fonction des différents taux d'infestation (Nb. d'œufs déposés par plante)					
			20 œufs		40 œufs		80 œufs	
M. 2 <sup>(1)</sup>	INRA 353	67.13			66.87	0.4 %		
	F. 47 × F. 39	59.53			61.03	—		
	Imp. 91 × A. 312	63.14			61.00	3.4 %		
M. 3	F. 21 × F. 431	59.19					52.84	0,7 %
	WF. 9 × M. 14	119.15					112.01	6,0 %
	C. 103 × M. 14	143.47 <sup>(2)</sup>					128.92 <sup>(2)</sup>	10,1 %
SM. 6	F. 21 × F. 431	57.55	57.62	—	58.70	—	58.20	—
	F. 431 × A. 374	82.84	79.07	4,6 %	77.02	7,0 %	73.02	11,9 %
	A. 374 × Ia 153 R	75.38	74.73	0,9 %	73.35	2,7 %	73.27	2,8 %

<sup>(1)</sup> Résultats modifiés de façon hétérogène par des attaques de Pyrale.

<sup>(2)</sup> Poids de grain avant séchage (accident en cours de séchage).

Les pertes enregistrées correspondent à une mauvaise alimentation des grains. Les poids de mille grains sont inférieurs sur les pieds infestés à ceux constatés sur les témoins. Nous avons, par exemple, pour l'hybride F. 431 × A. 374 (SM. 6) : 252,4 g. pour l'infestation à 80 œufs contre 280,2 g. pour le témoin non infesté.

Ce caractère peut amener des modifications de l'estimation des pertes lorsqu'on procède à un calibrage. En effet (essai SM. 5), l'élimination des déchets et des petits grains (inférieurs à 6,5 mm. de diamètre), puis celle des grains ronds supérieurs à 9 mm. (catégories normalement éliminées dans le tri des semences) font passer les pertes par rapport au témoin, de 10 p. 100 à 12,7 et 13,9 pour la dose de 40 œufs et de 17,3 à 17,9 et 22,5 p. 100 pour la dose de 80 œufs.

### 3<sup>o</sup>) DISCUSSION DES RÉSULTATS : ÉTUDE DE L'INFLUENCE DE QUELQUES FACTEURS PRINCIPAUX SUR LES MODIFICATIONS DE RENDEMENT

#### a) Influence des caractères agronomiques et climatiques

Nos essais ont été dans l'ensemble réalisés dans d'excellentes conditions agronomiques : fumure, peuplement, façons culturales et désherbage, etc... conditions ayant pu favoriser, vu l'excellent état des végétaux, le développement des chenilles (TAYLOR, APPLE et BERGER, 1952) mais aussi inversement, fournissant surtout à la plante le maximum de possibilités de surmonter le handicap apporté par les lésions causées par les chenilles. Il faut évidemment s'attendre à des pertes importantes lorsque le substrat est différent : peuplement trop élevé, compétition du maïs avec les mauvaises



herbes ou des cultures secondaires (haricots par ex.) ou conditions climatiques défavorables à la végétation ou à la maturation (voir W. 355 paragraphe I.).

*Casse des tiges attaquées.* — Les conditions climatiques jouent également un rôle important aux approches de la maturité en provoquant ou non la casse des plantes attaquées, ce qui peut être gênant pour la récolte mécanique. Ce phénomène dépend en premier lieu des conditions climatiques. Importante à Saint-Martin-de-Hinx en 1957 (tableau 3.), la casse est pratiquement nulle en 1958 pour des infestations identiques et même supérieures sur des mêmes hybrides.

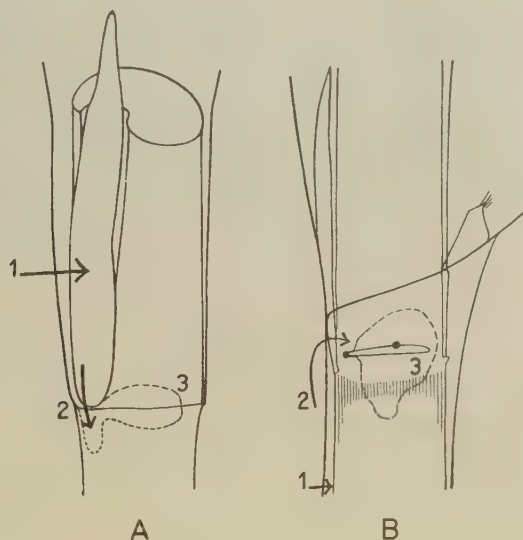


FIG. 5. — Exemples de comportement de pénétration dans la tige du Maïs des jeunes chenilles de la génération estivale de la Sésamie.

- A. — 1° Alimentation sur une ébauche d'épi. — 2° Pénétration dans la tige par le point d'insertion de cet épi. — 3° Début de galerie au niveau du nœud.
- B. — 1° Zone d'éclosion des œufs déposés sous la gaine — 2° Cheminement sous et à travers les gaines. — 3° Zone de pénétration, cavité de début de galeries au niveau du nœud.

Cependant, d'autres facteurs interviennent : on remarque que cette casse, due à la Sésamie, se produit le plus souvent au niveau des nœuds, à peu près sur la zone préférentielle de la pénétration dans la tige et de l'alimentation des jeunes chenilles. On peut donc penser que le nombre de jeunes chenilles pénétrant et s'alimentant dans la tige au niveau d'un nœud en désorganisant les structures internes à ce niveau, a, sur la casse, une influence plus importante que la destruction de la moelle par les chenilles âgées.

Enfin, des différences variétales de structure anatomique concourant à la vigueur de la tige interviennent également (MAGEE, 1948).

Outre la casse de la tige, on peut constater la casse totale ou partielle du pédoncule de l'épi pouvant entraîner la chute de ce dernier.

L'influence de la casse sur le rendement dépend d'une part de la précocité de sa manifestation, d'autre part de la technique de récolte (ramassage mécanique ou récolte à la main) (Cf. SM. 1 et SM. 3). On rejoint ici les conclusions des sélectionneurs relatives à la verse proprement dite (LASCOLS, 1957).



b) *Influence des caractères de l'infestation*

*Taux de l'infestation.* — L'expérience montre que dans tous les cas où une baisse de rendement a pu être mise en évidence, celle-ci varie avec la dose d'œufs déposée selon une relation curvilinéaire (voir par exemple essai SM. 1, SM. 4, SM. 5 et SM. 6) (Fig. 6).

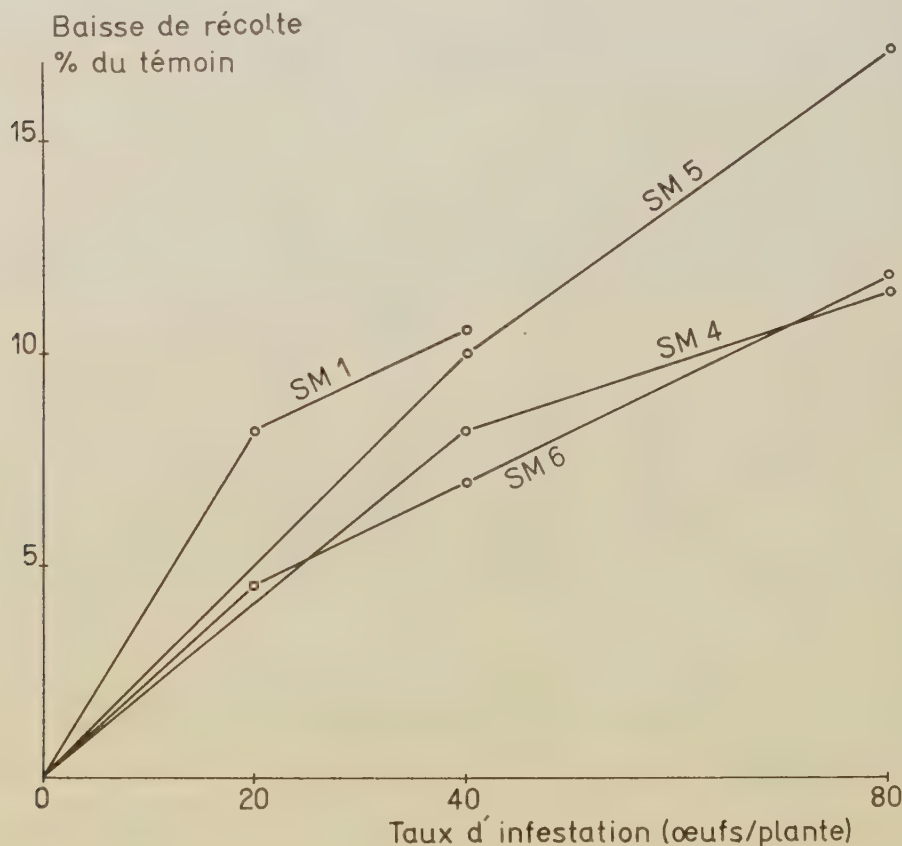


FIG. 6. — Variation des pourcentages de baisse de rendement en fonction des taux d'infestation artificielle de Sésamie. Essais de Saint-Martin-de-Hinx.

D'autre part, les résultats des dissections des tiges ne permettent pas toujours d'établir une liaison nette entre le nombre des chenilles automnales et le nombre des œufs déposés (SM. 1). Nous avons déjà signalé cette caractéristique dans une publication précédente (ANGLADE, 1960) : elle est due soit à des migrations de chenilles âgées soit à une surpopulation amenant une compétition entre jeunes chenilles se nourrissant en un même point de la plante. Les corrélations entre le nombre de chenilles automnales et le rendement sont donc également toujours moins significatives que celles existant entre le nombre d'œufs déposés et le rendement. Nous retrouvons là une illustration des inconvénients signalés dans notre introduction. Les populations du ravageur au moment de la récolte ne peuvent servir de mesure de l'intensité d'infestation lorsqu'on doit chercher une liaison avec les pertes subies.

D'autre part, ceci remet en lumière, comme pour la casse des tiges, la nocivité des jeunes chenilles groupées autour des points de dépôt des pontes. La fécondité



des femelles d'une population donnée de Sésamie doit être en plein champ, un facteur important de la « baisse de rendement ». Toute condition extérieure ou toute intervention susceptible de diminuer cette fécondité (alimentation des chenilles sur maïs possédant un certain degré d'« antibiosis » par exemple), contribue, en réduisant le nombre d'œufs par ponte, à réduire les pertes de récolte.

*Date d'infestation.* — Nous manquons encore de données précises sur ce point : l'essai SM. 6 pour lequel nous comparons 3 dates d'infestation n'ayant pas permis de dégager des différences significatives. La comparaison des essais SM. 1, SM. 4 et M. 1 sur un même hybride  $A. 188 \times A. 166$  peut cependant être signalée : influence significative d'une infestation à 40 œufs 5 jours après la floraison femelle ou d'une infestation de 80 œufs le jour de la floraison (SM. 4) et pas d'influence d'une infestation faite 15 jours après floraison.

Théoriquement, une infestation précoce serait susceptible d'avoir des répercussions plus importantes qu'une infestation tardive intervenant après la migration des réserves. Il y a cependant une limite, car la survie des chenilles dépend de l'état végétatif de la plante au moment de l'infestation et semble être maximum au moment de la floraison femelle (ANGLADE, 1960).

### c) Influences des caractères de la plante.

*Précocité.* — Rejoignant les observations précédentes sur la date de l'infestation, la précocité de l'hybride limite les baisses de rendement : cas de l'hybride  $F. 21 \times F. 431$  (M. 3 et SM. 6). De façon générale, la précocité peut jouer en limitant le dépôt des pontes et la survie des chenilles et d'autre part en réduisant l'intervalle de temps entre l'infestation et la maturité. Les dates de semis peuvent intervenir également de la même façon.

*Différences variétales.* — Les différences variétales que l'on a pu constater dans nos essais doivent être principalement rapportées au facteur précocité. L'hybride précoce  $F. 21 \times F. 431$  (M. 3 et SM. 6), n'est guère affecté par une infestation faite mi-août, tandis que les hybrides plus tardifs accusent une baisse de rendement. Cependant, les différences éventuelles entre hybrides peuvent également être dues d'une part aux facteurs gouvernant la survie des chenilles (« antibiosis ») dans l'hypothèse de pontes uniformément réparties, et d'autre part aux facteurs d'ordre histologique (MAGEE, 1948) ou physiologique permettant le développement d'une récolte normale en présence d'une infestation plus ou moins sévère (tolérance), ou bien entendu, à des combinaisons de ces deux groupes.

## III. — ESSAI D'APPLICATION A LA COMPARAISON DES HYBRIDES (mesure des degrés de Tolérance)

L'étude de la valeur des combinaisons hybrides est normalement effectuée en plein champ en comparant les rendements obtenus dans divers essais parcellaires. Si ceux-ci ont lieu en présence d'une infestation naturelle importante et homogène des insectes attaquant les tiges (Pyrale et Sésamie) les différences variétales dans les réponses aux attaques interviendront dans les classements obtenus. En particulier, si les conditions climatiques favorisent la casse des tiges, les hybrides sensibles pourront être facilement repérés.



Cependant, l'infestation naturelle peut être nulle ou négligeable : absence dans certains biotopes de l'une ou l'autre espèce, (par ex., pas de Pyrale à Saint-Martin-de-Hinx) ou réduction temporaire des populations de Sésamie par des froids hivernaux exceptionnels. Elle peut également être répartie de façon hétérogène. Des phénomènes de préférence pour la ponte peuvent en particulier jouer (principalement chez la Pyrale) et fausser alors les comparaisons. On est donc amené à effectuer des essais d'hybrides sous une infestation artificielle contrôlée.

Une première étape consiste à mesurer globalement les effets d'« antibiosis » et de tolérance. On peut se contenter d'une infestation unique (à la dose minimum de 80 à 100 œufs par plante pour la Sésamie), et examiner les pourcentages de pertes par rapport aux témoins non infestés ou ne recevant que l'infestation naturelle. L'expérience montre qu'étant données les faibles différences à mettre en évidence et la nécessité de passages répétés dans les parcelles, il est nécessaire d'opérer sur un nombre de plantes et de répétitions plus important que celui habituellement utilisé par les sélectionneurs. Cependant, en ayant soin de n'examiner ensemble que des Maïs de précocité comparable et de procéder aux infestations au moment de la floraison femelle, on peut obtenir un classement permettant la comparaison des hybrides entre eux ou par rapport à un étalon. C'est ainsi qu'en première analyse, nous pouvons admettre (tableau 4) que  $WF. 9 \times M. 14$  serait moins sensible que  $C. 103 \times M. 14$  et que d'autre part  $A. 374 \times Ia. 153R$  serait supérieur à  $F. 431 \times A. 374$ .

Des modifications à cette méthode peuvent être envisagées. L'infestation peut être fractionnée en deux ou trois apports échelonnés couvrant la période d'activité des adultes de la Nature. On peut étudier les réactions de la plante à l'augmentation des taux d'infestation, c'est-à-dire à des quantités croissantes de jeunes chenilles en appliquant sur les hybrides en comparaison plusieurs taux d'infestation, et en comparant les courbes de regression du rendement sur le taux d'infestation.

Enfin, si on désire cerner de plus près le caractère de tolérance, il serait bon de chercher à relier l'importance des dégâts dans la tige aux manifestations de diminution de rendement, et estimer le rendement que l'on obtiendrait en absence de toute attaque. Toutefois, l'importance du rôle des jeunes chenilles restreint la valeur de « l'indice de destruction » que nous avons défini et utilisé notant l'importance des dégâts dans la tige au moment de la récolte.

L'ensemble de ces procédés fait donc actuellement l'objet d'études en vue de leur application aux essais d'hybrides obtenus à partir de lignées sélectionnées pour leur résistance à la deuxième génération de *Sesamia nonagrioides*.

## CONCLUSIONS

Nous avons étudié, grâce à une technique d'infestation artificielle l'influence sur le rendement du Maïs de l'infestation des tiges d'hybrides simples par la deuxième génération de la Sésamie (*S. nonagrioides* LEF.).

Ces essais ont eu lieu de 1955 à 1960 sur divers hybrides simples cultivés à la Station expérimentale du Maïs, à Saint-Martin-de-Hinx et à Mesterrieux (Gironde). Nous avons précisé les quelques points suivants :



1° Il est possible de mettre en évidence et de chiffrer des baisses de rendement provoquées sur le Maïs par la seule présence dans les tiges des chenilles de deuxième génération. Ces pertes ont atteint dans nos essais jusqu'à 17 p. 100.

2° L'alimentation des chenilles sur les grains ou dans l'épi favorisant le développement de germes pathogènes ou de pourritures secondaires, la casse du pédoncule entraînant parfois la chute de l'épi et la casse de la tige gênant la récolte mécanique viennent, en certains cas, augmenter les pertes subies.

3° Le développement des chenilles de la deuxième génération de la Sésamie s'accomplissant généralement après la floraison femelle au cours de la phase de développement du grain, entraîne une mauvaise alimentation et un « remplissage » incomplet des grains comme l'indiquent les pesées de mille grains et les calibrages.

4° Le nombre de jeunes chenilles pénétrant en groupe et s'alimentant dans la tige au niveau d'un même nœud, puis désorganisant les structures internes en ce point, influe largement sur le rendement ; il en est de même pour la classe des tiges.

5° Pour cette raison et à cause de l'existence de migrations de chenilles plus âgées, le nombre de chenilles se trouvant par « tige » au moment de la récolte ne constitue pas un bon indice des dégâts effectifs.

6° La manifestation de l'action des chenilles de Sésamie sur le rendement est soumise à l'influence de divers facteurs : facteurs climatiques et agronomiques, caractères de l'infestation et caractères de la plante.

7° Des différences variétales de tolérance proprement dite peuvent exister entre les hybrides. Nous proposons de les mettre en évidence par application d'infestations artificielles. Des essais sont en cours pour la mise au point d'une méthode de mesure des degrés de tolérance des hybrides.

*Reçu pour publication en juin 1961*

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALABOUVETTE L., BERTIN Ch., DUMAIL J., PIAT J., RAUTOU S., 1951. Conditions de la culture du Maïs et expérimentation des variétés destinées à la production du grain. *Act. agron. INRA*, série B, n°1.
- ANGLADE P., 1960. Essai de mise au point d'une méthode de mesure de la sensibilité des lignées de Maïs aux chenilles de la génération estivale de la Sésamie (*Sesamia nonagrioides* LEF.) — *C. R. Coll. Resistance du Maïs et Céréales aux Insectes* (Versailles, sept. 1960) *Ann. Epiphyties* (sous presse).
- ARLUTHNOT K. D., WALTON R. R., et BROOKS J. S., 1958. Reduction of corn yield by first generation Southwestern Corn Borers. *J. econ. Ent.*, **51**, 747-749.
- BRAZZEL J. R., GAINES J. C., 1956. The effect of Pink Bollworm infestations on yield and quality of Cotton. *J. econ. Ent.*, **49**, 852-854.
- CHAMBERLIN T. T., 1941. The Wheat jointworm in Oregon, with special reference to its dispersion, injury and parasitization. *U. S. D. A. Tech. Bull.* 784.
- CHIANG H. C., HODSON A. H., 1950. Stalk breakage caused by European Corn Borer and its effect on the harvesting field corn. *J. Econ. Ent.*, **43**, 415-422.
- CHIANG H. C., CUTKOMP L. K., HODSON A. H., 1954. The effects of the second generation of European corn Borer on Field corn. *J. Econ. Ent.*, **47**, 1015-1020.
- CHIANG H. C., HOLDAWAY F. G., 1959. Effect of *Pyrausta nubilalis* HBN. on the growth of leaves and internodes of field corn. *J. Econ. Ent.*, **52**, 567-571.
- CHIANG H. C., HOLDAWAY F. G., BRINDLEY T. A., NEISWANDER C. R., 1964. European Corn Borer populations in relation to the estimation of crop. *J. Econ. Ent.*, **53**, 517-522.
- DEAY H. O., PATCH L. H., SNELLING R. O., 1949. Loss in yield of Dent corn infested with the August generation of the European corn Borer. *J. Econ. Ent.*, **42**, 81-87.
- EVERLY R. T., 1960. Losses in Corn yield associated with the abundance of the Corn leaf Aphid, *Rhopalosiphum maidis*, in Indiana. *J. Econ. Ent.*, **53**, 924-932.
- FLOYD E. H., CLOWER D. F., MASON L. F., 1960. Effect of Sugar cane Borer infestation on the yield and Grade of corn. *J. Econ. Ent.*, **53**, 935-937.
- GOLEBIOWSKA Z., 1956. The injuriousness of the Wheat stem sawfly (*Cephus pygmaeus* L.). *R. A. E.*, **44**, 134.

- GUENNELON Mme G., AUDEMARD H., 1960. La Pyrale du Maïs, *Ostrinia (Pyrausta) nubilalis* HBN. (Lep. *Pyralidae*) dans la basse vallée du Rhône : Observations écologiques, incidences économiques. *Ann. Epi-phyties*, **11**, 337-396.
- LASCOLS X., 1957. Etude de quelques populations françaises de Maïs précoce. Essais de valeur hybride. *Ann. Amélior. Plantes*, 139-157.
- MAGEE J. A., 1948. Histological structure of the stem of *Zea Mays* in relation to stiffness of stalk. *Iowa St. Coll. J. Sci.*, **22**, 257-268.
- MARTORELL L. F., BANGDIWALA I. S., 1956. Sucrose content of Sugarcane as affected by moth-borer *Diatraea saccharalis* F. infestation. *R. A. E.*, **44**, 414-415.
- MUNRO J. A., 1945. Wheat stem sawfly and harvest loss. *N. Dak. Agr. exp. Sta. Bull.*, **7**, 12-16.
- NEISWANDER C. R., HERR E. A., 1930. Correlation of corn borer population with degree of damage. *J. Econ. Ent.*, **23**, 938-945.
- PAINTER R. H., 1951. Insect resistance in Crop plants, p 127. Mc Millan ed. New-York.
- PATCH L. H., STILL G. W., SCHLOSBERG M., BOTTFER G. T., 1942. Factors determining the reduction in yield of field corn by the European corn Borer. *J. agric. Res.*, **65**, 473-482.
- PATCH L. H., DEAY H. O., SNELLING R. O., 1951. Stalk breakage of Dent corn infested with the august generation of the European corn borer. *J. econ. Ent.*, **44**, 534-539.
- PHILLIPS W. J., POOS F. W., 1953. The Wheat Strawworm and its control. *Farmer's Bull.* 1323.
- PRUES K. P., WEAVER C. R., 1958. Estimation of Red clover yield losses caused by the clover Borer. *J. econ. Ent.*, **51**, 491-493.
- RAUTOU S., BERTIN Ch., 1955. Contribution apportée à l'amélioration du Maïs par les Stations de Montpellier et Saint-Martin-de-Hinx. *B. T. I. Le Maïs*, **105**, 742-751.
- RITTER M., Essais préliminaires d'utilisation pratique de la chloropicrine dans la lutte contre l'Anguillule des racines, *Meloidogyne incognita*, en culture maraîchère. *Phyt. Phytopharmacie*, **7**, 73-80.
- TAYLOR L. F., APPLE J. W., BERGER K. C., 1952. Response of certain insects to plants grown on varying fertility levels. *J. econ. Ent.*, **45**, 843-848.
- ULLSTRUP A. J., 1951. The effect of some leaf diseases on grain yields in corn. *Phytopathology*, **41**, 36.



## OBSERVATIONS SUR QUELQUES PARASITES DE PLANTES ORNEMENTALES

C. BIGOT

Laboratoire de Recherches de la Chaire de Botanique et de Pathologie végétale,  
Ecole nationale supérieure d'Agriculture, Grignon (Seine-et-Oise)

### SOMMAIRE

Deux parasites foliaires de *Ficus elastica* ont pu être étudiés. *Gloeosporium elasticae* CKE. et MASS. et *Diplodia elastica* F. TASSI. En serre, ils provoquent le dessèchement des feuilles, nuisant à la bonne présentation de ces plantes vertes d'intérieur. Une attaque de *Botrytis* a été observée sur *Fatsia japonica*. Enfin, *Pestalotiopsis karstenii* STEYAERT entraîne une défoliation du *Camelia*.

#### I. — *Gloeosporium elasticae* CKE. ET MASS. = *Colletotrichum elasticae* F. TASSI. sur *Ficus elastica* ROXB. (Fig. A)

L'échantillon a été récolté dans une serre du Pas-de-Calais. Les feuilles sont partiellement ou complètement envahies et présentent une vaste zone nécrotique brun-jaune à brune desséchée, portant de nombreux acervules noirâtres, d'abord sous-épidermiques, puis émergents par rupture de l'épiderme. Ils sont couverts d'une abondante sporée rose-saumon. La progression de la maladie s'effectue également dans toutes les directions ; la zone de contact avec la partie saine présente un épiderme plissé et une nette décoloration (Fig. A 1). Les fructifications sont apparues seulement sur la face supérieure des feuilles et sont disposées en cercles plus ou moins concentriques autour du point d'infection. Si l'infection est stoppée avant l'envahissement complet de l'organe, la partie nécrosée desséchée se détache, détériorant la feuille et nuisant ainsi à l'esthétique de cette plante d'intérieur.

##### a. — Etude en place.

1° : Les acervules. — Ils sont formés de mycelium condensé brun-noir portant de nombreux conidiophores hyalins. Les coussinets oscillent entre 100 et 450  $\mu$  de diamètre ; ils sont extrêmement nombreux sur les feuilles atteintes. Certains acervules sont nettement et abondamment sétifères ; les poils sont brun-noirs, pluricellulaires, pointus, de longueurs variables : 50 — 110  $\mu$ . Nous devons constater une fois de plus l'hétérogénéité des acervules, phénomène déjà signalé, qui entraîne la grande fragilité d'une distinction entre les genres *Colletotrichum* et *Gloeosporium* par le seul caractère de pilosité.

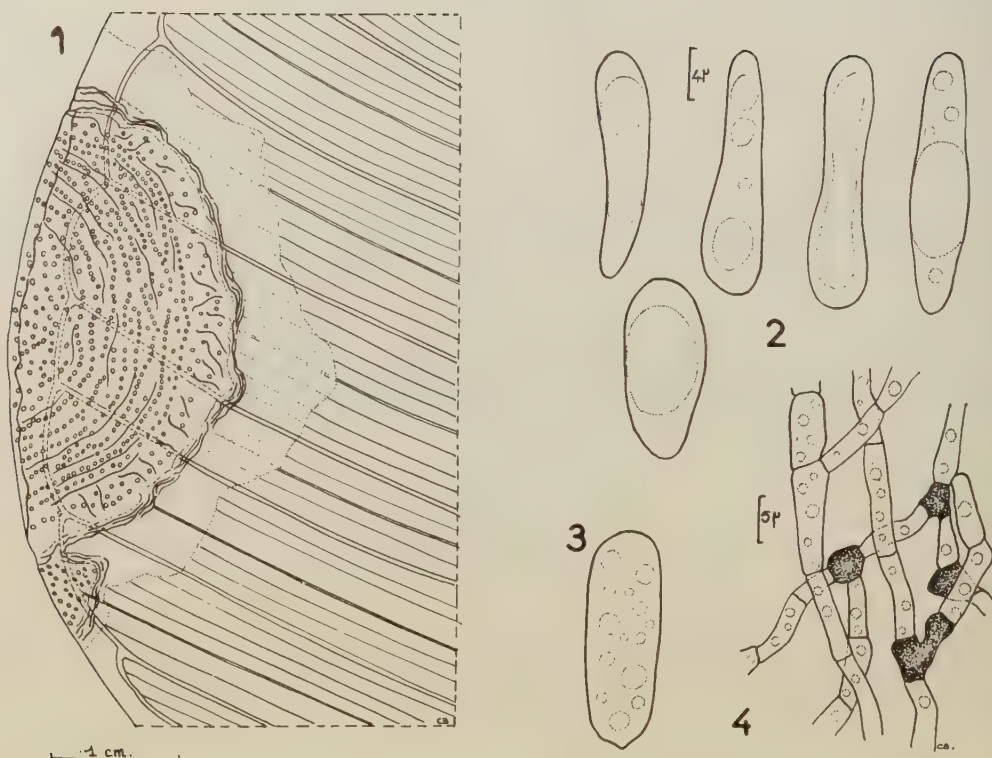


FIG. A — *Gloeosporium elasticæ* CKE. et MASS.

1 : Lésions sur feuilles — 2 : Spores — formes diverses sur feuilles — 3 : Spore en culture sur Maltea  
4 : Mycelium en culture sur Maltea.

2° *Les spores.* — Elles sont hyalines, de forme assez régulière : allongées, arrondies aux extrémités, ou coniques, quelquefois ovoïdes ou tourmentées. Nous avons pu observer quelques spores bicellulaires, qui restent rares. La plupart du temps, elles sont biguttulées, mais quelquefois une seule inclusion centrale repousse le cytoplasme, qui subsiste en une fine trame contre la paroi (Fig. A. 2).

La largeur des spores est remarquablement constante, variant de 4 à 5  $\mu$ , la moyenne s'établissant à 4,5  $\mu$ . L'éventail des longueurs est plus ouvert : 14,8 à 21,6  $\mu$ , soit en résumé :

*extrêmes* : 14,8 - 21,6  $\times$  4 - 5  $\mu$ .

*Moyenne* : 18,1  $\times$  4,5  $\mu$ .

*Rapport* :  $L/l = 4$ .

*Répartition des spores en longueur*

Longueur en $\mu$	Pourcentage
14,8	4 %
16,1	6 %
17	6 %
17,5	36 %
18	10 %
18,9	20 %
20,2	16 %
21,6	2 %



A partir des feuilles malades, nous avons pu réaliser un isolement sur *Maltea* gélosé. Le champignon s'est développé avec rapidité, montrant très tôt des fructifications de forme hyphale comme nous l'avons noté avec le *Gloeosporium fructigenum* BERK et comme l'ont montré COGNÉE et MOUTON avec le *Gloeosporium musarum* PECK. Le mycelium est abondant, blanc grisâtre à rosé. Des condensations myceliennes apparaissent dans le milieu et se comportent tardivement comme des pseudopycnides fertiles. En surface, des acervules typiques glabres se forment et fournissent une abondante sporée rose-orange. Les spores issues de cultures sont de forme très homogène, plus trapues et légèrement appendiculées (Fig. A. 3 - 4).

b. — *Discussion.*

— Deux Melanconiales sont signalées comme parasites des feuilles du *Ficus elastica*.

1) *Gloeosporium elasticae* CKE. et MASS.

= *Colletotrichum elasticae* F. TASSI

spores de  $16,20 \times 4,5 - 5 \mu$ .

2) *Gloeosporium intermedium* SACC. var. *brevipes* — SACC.

spores de  $14 - 18 \times 3 \mu$ .

D'après les résultats obtenus dans nos mensurations, l'espèce étudiée est rattachée à la première d'entre elles. H. PAPE (1953), la considère comme dangereuse sur cette plante ornementale et admet que la forme parfaite est *Glomerella Cingulata*. Nous ne l'avons pas observée sur les feuilles parasitées.

II. — *Diplodia elastica* F. TASSI.

sur *Ficus elastica* ROXB. (Fig. B)

Parmi les feuilles atteintes récoltées, sur le *Ficus*, l'une d'elles présente une tache nécrotique sensiblement identique, mais couverte de pycnides appartenant à une sphaeropsidale du genre *Diplodia*. On observe un dessèchement complet de la partie malade, qui prend une coloration franchement brune. Les pycnides, d'abord internes, émergent par éclatement de l'épiderme ; elles ne couvrent pas la tache, sont plus ou moins disposées en lignes et sont comparativement moins nombreuses que les acervules du *Gloeosporium elasticae* (Fig. B. 6).

a. — *Etude du parasite.*

1° *Les Pycnides.* — Elles sont de couleur sombre, à parois épaisses, semblant charnues, il est difficile d'en apprécier la texture. Elles sont ostiolées.

Quelques éléments mycéliens verruqueux sont dressés autour de l'ostiole, mais sont insuffisant pour en faire un *Chaetodiplodia*. Les fructifications sont globuleuses =  $200 \text{ à } 350 \mu$  (Fig. B. 5).

2° *Mycélium.* — Le mycélium interne, brun et lisse, est formé de petits articles plus ou moins tourmentés, de faible diamètre :  $5 \mu$ . Les éléments mycéliens externes sont formés d'articles fins, mais allongés et verruqueux.

3° *Spores* — Les pycniospores jeunes sont hyalines, ellipsoïdes, arrondies aux deux extrémités, quelquefois coniques ; certaines sont globuleuses, en forme de haricot, avec une constriction pour les plus grandes (Fig. B. 7).

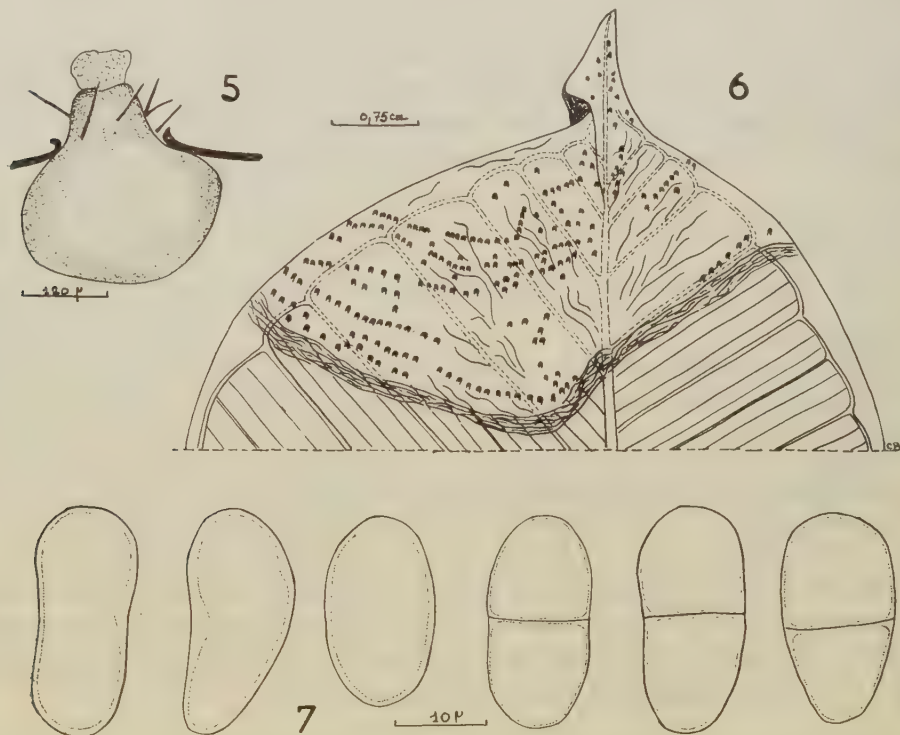


FIG. B — *Diplodia Elastica* F. TASSI.  
5 : Pycnides sur feuille — 6 : Lésions sur feuilles — 7 : Pycniospores.

A ce stade, leurs dimensions moyennes sont :  $21,8 \times 10,2 \mu$ .

Extrêmes :  $18 - 27 \times 9 - 13,5 \mu$ .

Rapport :  $L/l = 2,1$ .

Leur répartition est la suivante :

Longueur en $\mu$	Pourcentage	Largeur en $\mu$	Pourcentage
18	12 %	9	36 %
21	44 %	10,5	56 %
22,5	24 %	13,5	8 %
24	16 %		
27	4 %		

Les pycniospores âgées deviennent bicellulaires, brunes, à parois épaisses, lisses, de forme ovoïde régulière, arrondies aux deux extrémités, sans constriction au niveau de la cloison. Les dimensions moyennes sont supérieures :

Moyenne :  $23,3 \times 11,5 \mu$ .

Extrêmes :  $19,5 - 28,5 \times 9 - 13,5 \mu$ .

Rapport :  $L/l = 2$ .



avec la répartition suivante :

Longueur en $\mu$	Pourcentage	Largeur en $\mu$	Pourcentage
19,5	2 %	9	8 %
21	16 %	10,5	16 %
24	52 %	12	74 %
25,5	6 %	13,5	2 %
28,5	2 %		

Le champignon a pu être isolé et il développe rapidement un mycélium foncé et envahissant. Les pycnides se forment soit dans le milieu, soit en surface. Elles sont recouvertes de filaments mycéliens formant un chevelu. Au bout de 6 semaines, aucune spore bicellulaire brune n'est encore formée ; seules les spores hyalines jeunes sont présentes et abondantes. La souche est déposée à la mycothèque du Laboratoire de Pathologie de l'École Nationale d'Agriculture de Grignon, comme celle du *Gloeosporium*.

#### b. — Discussion.

— Deux *Diplodia* sont signalés sur feuilles de *Ficus elastica*.

1° *Diplodia elastica* F. TASSI (selon SACCARDO.) — Pycnides éparses de 250 - 500  $\mu$ , noires - spores ellipsoïdes à une cloison, non resserrées à son niveau, brunes fuligineuses : 16 - 20  $\times$  9 - 10  $\mu$ .

Sur feuilles mortes de *Ficus elastica* à Sienne.

2° *Diplodia natalensis* EVANS. — Pycnides éparses, membraneuses, subglobuleuses, à papilles de 150 - 180  $\mu$  de diamètre — spores elliptiques à une cloison, non resserrées, sombres : 24  $\times$  15 à exospore striée. Se trouvant d'habitude sur les fruits de *Citrus*, mais signalé sur *Ficus elastica* en Palestine.

En considérant la dimension des pycnides, le manque d'ornementation des pycniospores, quoique leurs dimensions moyennes dépassent celles données par SACCARDO, l'espèce décrite sera rapportée à *Diplodia elastica* F. TASSI.

Notons que ZAMBETTAKIS place cette espèce dans les *Metadiplodia* à cause des pycnides groupées (ce qui n'apparaît pas nettement sur notre échantillon) et, parmi eux, dans les espèces dont les spores dépassent 20  $\mu$  en moyenne, ce qui est vérifié ici.

#### III — *Botrytis* Sp.

*Sur Fatsia japonica* D. et P. = *Aralia Sieboldii*, Hort (fig. C.)

Sur cet arbuste ornemental des parcs et jardins, l'attaque a été observée à Nantes, au mois d'Avril. Les hampes florales étaient complètement détruites, couvertes de fructifications du champignon, envahissant les premières feuilles vertes ; cette invasion s'effectue plus ou moins également dans toutes les directions, et entraîne une nécrose foliaire avec brunissement et début de pourriture. Les fructifications sont, là aussi, abondantes (Fig. C1 et 2). De proche en proche, le champignon gagne le pétiole et provoque la chute de la feuille.

1° Les conidiophores (fig. C3) — Ils s'élèvent de la surface foliaire le plus souvent en bouquets, brun - fuligineux à cellule de base fréquemment boursoufflée. Les élé-

ments cellulaires les constituant sont courts = 30 à 50  $\mu$ , sauf au sommet où ils sont notablement plus longs. Leur largeur s'étage entre 14 - 21  $\mu$ . Leur longueur totale peut atteindre 1.000  $\mu$ . La partie terminale, hyaline à subhyaline apparaît ramifiée le plus souvent, les ramifications se trouvant dans un ordre quelconque, mais suffisamment groupés pour former un bouquet. La partie portant les spores est élargie et globuleuses, hérissée de stérigmates courts, bien visibles quand les spores mûres ont été libérées — (Fig.C. 5).

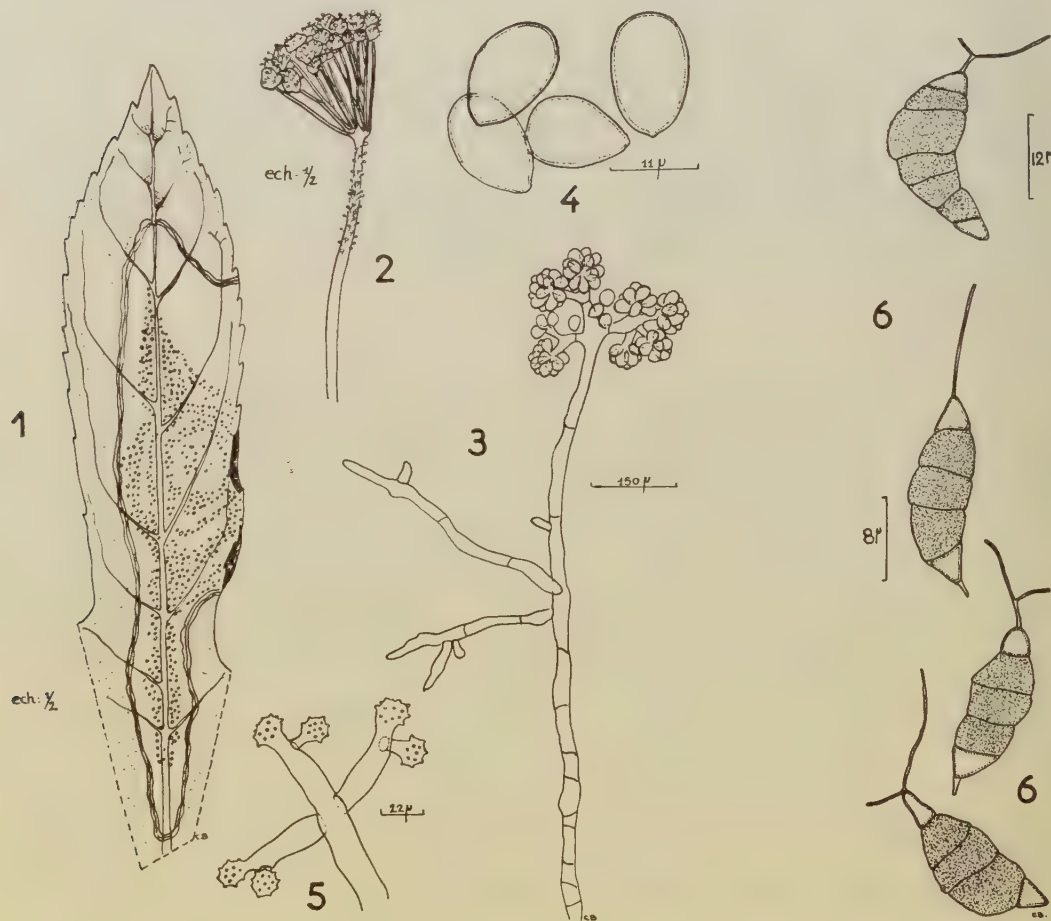


FIG. C. — *Botrytis* Sp. sur *Fatsia japonica*

1 : Lésions sur feuilles — 2 : Lésions sur inflorescence — 3 : Conidiophore — 4 : Conidies — 5 : Extrémités du conidiophore — 6 — Spores de *Pestalotiopsis Karstenii* STEYEART sur *Camelia*.

2° *Conidies*. — Les conidies sont hyalines à sub-hyalines de forme subglobuleuse à ovoïde ou pyriforme. La paroi est assez épaisse et lisse. Elles présentent au point d'insertion sur le conidiophore une partie plane ou acuminée (Fig. C. 4).

Moyenne : 15,1 × 9,6  $\mu$ .

Extrêmes : 13,7 - 17,1 × 8 - 14,5  $\mu$ .

Rapport :  $L/l = 1,58$ .

leur répartition est la suivante :



Longueur en $\mu$	Pourcentage	Largeur en $\mu$	Pourcentage
13,5 — 14	10 %	8	2 %
14,5	42 %	9,1	20 %
15 — 15,5	22 %	9,6	50 %
16	20 %	10,5	20 %
17,1	6 %	11,3	6 %
		14,5	2 %

On sait combien le genre *Botrytis* est polymorphe pour une même espèce ; aussi il pourrait s'agir ici simplement de *Botrytis cinerea* PERS., cosmopolite, dont le parasitisme est très étendu, les exigences biologiques faibles. Aucune espèce de ce genre n'est signalé comme agent infectieux dangereux sur les Aralias et les dégâts observés peuvent être imputés à un parasitisme de blessure.

#### IV — *Pestalotiopsis karstenii* (SACC. ET SYD.) STEYAERT

##### *Sur Camelia Sp.*

Cette maladie a été observée à Nantes, dans un jardin particulier. Sur l'arbuste même de nombreuses feuilles présentent des symptômes de dessèchement et deviennent cassantes. Dans les attaques les plus anciennes, ces feuilles sont couvertes d'acervules noirâtres abondants. La progression de l'infection entraîne la défoliation de l'arbuste.

##### a. — *Etude du parasite.*

1. *Les acervules* — De forme générale arrondie (190-390  $\mu$  de diamètre) ils sont constitués par le mycélium brun condensé, à articles courts, ils sont d'abord sous-épidermiques, puis éruptifs. Leur grand nombre entraîne un soulèvement de l'épiderme. La fructification se fait extérieurement : l'état de l'échantillon, très sec, ne nous a pas permis d'observer les conidiophores. Les spores, mûres, sont abondantes.

2. *Les spores* (fig. C 6). — Pluricellulaires, elles présentent typiquement quatre cloisons avec quelques rares exceptions ; trois, cinq et six cloisons ont été observées. On constate une légère constriction à leur niveau. Les trois cellules centrales sont concolores, brun-clair à paroi épaisse, la cellule moyenne étant fréquemment plus large. Les deux cellules extrêmes sont hyalines à subhyalines. A la partie antérieure, on observe quelquefois un rostre point d'insertion de la spore sur le conidiophore. La cellule postérieure est très souvent allongée ou conique et porte un sétula ramifié (1 ou 2 ramifications) ou non, hyalin, avec un court pédicelle.

Dimensions des spores à 4 cloisons :

Moyennes :  $17,8 \times 4,9 \mu$ .

Extrêmes :  $16,1 - 20,9 \times 4 - 5,6 \mu$ .

avec la répartition suivante :

Longueur en $\mu$	Pourcentage	Largeur en $\mu$	Pourcentage
16,1	28 %	4	8 %
17,7	40 %	4,8	68 %
19,3	28 %	5,6	24 %
20,9	4 %		

Une spore à 6 cloisons, hors comptage, nous a fourni les dimensions suivantes :  $25 \times 8 \mu$  avec un sétula ramifié. Dans le cas étudié, il est apparu que 2/5 des spores seulement présentent un sétula ramifié.

b. — *Discussion.*

Depuis l'étude de R. L. STEYAERT, en 1949, le genre *Pestalotia* DE NOT. (ou encore *Pestalozzia* DE NOT.) a été scindé en deux genres nouveaux :

— *Truncatella*, STEYAERT à 3 cloisons.

— *Pestalotiopsis*, STEYAERT à 4 cloisons ou plus.

Si nous adoptons cette distinction, le parasite envisagé se classe dans le genre *Pestalotiopsis*.

Trois mélanconiales parasites de ce genre sont signalées sur les feuilles de *Camelia* de diverses espèces :

1° *Pestalotiopsis karstenii* STEYAERT = *Pestalotia inquinans* KARSTEN = *P. karstenii* SACC. et SYD., dont les caractéristiques biométriques sont les suivantes :

Moyenne =  $17,5 \times 5,1 \mu$ .

Extrêmes =  $15 - 21 \times 4,5 - 6 \mu$ .

2° *P. Gallica* STEYAERT

qui se rapproche tout à fait de l'espèce précédente, avec quelques différences dans les dimensions :

moyenne =  $23 \times 6 \mu$ .

extrêmes =  $20 - 25 \times 5 - 7 \mu$ .

3° *P. Guepini* STEYAERT.

= *Pestalotia Guepini* DESM. = *P. sydowia* BRES. = *P. macrotricha* KLEB = *P. rhododendri* WEST :

Moyenne =  $24,8 \times 7,3 \mu$ .

Extrêmes =  $24 - 26 \times 7 - 8 \mu$ .

D'après les mensurations effectuées, nous identifions le parasite observé à la première espèce citée : *Pestalotiopsis karstenii*.

H. PAPE signale seulement comme parasite de feuilles de *Camelia* le *Pestalotia guepini*, mais les trois espèces ci-dessus restent certainement très proches quant à leur incidence sur les *Camelias*.

Reçu pour publication en juillet 1961

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- PAPE H., 1955. *Krankheiten und Schädlinge der Zierpflanzen und ihre Bekämpfung*, Paul PAREY, Berlin et Hamburg.
- SACCARDO P. A., 1882-1906. *Sylloge fungorum, omnium hucusque cognitorum*, **1.18**, typis seminarii, Patavii.
- STEYAERT L., 1949. Contribution à l'étude du genre *Truncatella* et *Pestalotiopsis* (gen. nouv.) Bull. Jard. Bot. Etat, Bruxelles, **19**, 285-354.
- ZAMBETTAKIS Ch., 1951. *Diplodia Natalensis* P. E. — Fiche Phytop. trop., suppl. colon. Revue Mycol., n°4.
- ZAMBETTAKIS Ch., 1953. Clés des *Sphaeropsidaceae phaeodidymae*. Ann. Inst. phytopath. Benaki, **7**, 110-160.



## ÉTUDE DE LA STABILITÉ D'UNE CORRÉLATION ENTRE DEUX CARACTÈRES QUANTITATIFS

J. M. LEGAY

Laboratoire de Zoologie expérimentale, Faculté des Sciences, Lyon.

---

### SOMMAIRE

La corrélation entre deux caractères quantitatifs, poids de la coque soyeuse et poids de la chrysalide, a été étudiée chez *Bombyx mori*. Le coefficient de corrélation établi sur 54 familles s'est révélé très instable, variant selon le sexe, selon la famille et avec la sélection.

---

### I. — INTRODUCTION

Le coefficient de corrélation est un indice statistique très souvent utilisé, soit pour lui-même comme mesure du degré de dépendance entre deux variables, soit comme donnée de base pour des calculs plus complexes. Dans le premier cas, il s'agit de savoir s'il y a effectivement une liaison entre deux variables, cette liaison pouvant être ou non une relation de causalité. Dans le deuxième cas, les problèmes sont divers. On peut chercher à constituer pour un organisme des familles de caractères d'après les valeurs des coefficients de corrélation qu'on peut calculer entre chaque paire de caractères, en même temps que d'après les relations fonctionnelles existant entre ces caractères (OLSON et MILLER, 1958). On peut dans un système de caractères chercher à savoir dans quelle mesure l'un est déterminé par tous les autres, ce qui exige la combinaison des coefficients de corrélation existant entre les différents caractères du système pour l'estimation du coefficient de corrélation multiple et des path-coefficients (WRIGHT, 1934). On peut aussi faire appel à la méthode d'analyse factorielle des coefficients de corrélation (colloque du CNRS, 1955). Enfin, dans un autre ordre d'idées, on peut utiliser les coefficients de corrélation dans l'estimation de l'hérabilité (LERNER et TAYLOR, 1943, par ex.).

Ainsi de nombreuses études se servent des coefficients de corrélation. La question la plus importante qui se pose immédiatement concerne la stabilité de ces coefficients. Or bien des auteurs (TUKEY, 1954 ; KEMPTHORNE, 1957) disent que ces coefficients ne sont pas stables, et qu'il y aurait lieu d'utiliser d'autres indices de la liaison entre deux caractères. En fait, ces affirmations ont été assez peu discutées sur du matériel

expérimental. OLSON et MILLER qui conviennent de cette variabilité pensent que les différences observées sont biologiquement interprétables. Nous nous proposons dans cet article d'étudier la stabilité de coefficients de corrélation sur du matériel en cours de sélection.

## II. — TECHNIQUES

Un travail de sélection effectué sur le ver à soie (*Bombyx mori* L.) nous a en effet fourni des données numériques assez abondantes <sup>(1)</sup> concernant divers caractères quantitatifs, en particulier au stade nymphal : le poids de la coque soyeuse et le poids de la chrysalide. Les mesures correspondant à ces deux caractères ont été faites dans des conditions standard (au 10<sup>e</sup> jour après la mue nymphale). L'élevage des animaux était lui-même standardisé au maximum : alimentation optimum, locaux conditionnés de façon précise pour la température et l'aération, de façon moindre pour l'humidité. Les variations du milieu extérieur étaient réduites au minimum techniquement possible avec un grand nombre d'animaux.

Le système de reproduction était basé sur des croisements frères  $\times$  sœurs ; chaque famille était donc constituée par l'ensemble des frères sœurs issus d'un même couple de frère  $\times$  sœur.

Les géniteurs n'étaient pas pris au hasard, mais choisis essentiellement en fonction d'un indice de sélection, la richesse soyeuse, que nous avons définie comme étant le rapport entre le poids de la coque soyeuse et celui de la chrysalide (LEGAY et PASCAL, 1954) et qui devait être aussi élevée que possible.

Les données numériques provenant d'un travail de sélection ne constituent pas *a priori* le matériel idéal pour mener à bien une étude de cette sorte. Mais les données de sélection constituent à l'heure actuelle la majeure partie des renseignements existant dans le domaine de la génétique quantitative. De plus la réalisation, selon un schéma idéal, d'une étude sur des animaux domestiques est à peu près irréalisable, pour des raisons matérielles et financières évidentes. Même sur le Ver à soie ou la Drosophile, une telle entreprise serait encore pénible et coûteuse. Nous sommes donc amenés à utiliser les sources d'information existantes, ou à abandonner l'espoir de vérifier certaines hypothèses.

Les coefficients de corrélation  $r$  entre le poids de la coque soyeuse et celui de la chrysalide ont été calculés séparément pour les mâles et les femelles. Les calculs ont été effectués sur ordinateur IBM 650.

Pour chaque famille, nous avons calculé en outre le coefficient  $z$  de FISHER (1947) :

$$z = \arg \operatorname{th} r,$$

l'écart-type de  $z$  :

$$\sigma_z = \frac{1}{\sqrt{N - 3}},$$

le rapport  $\frac{z}{\sigma_z}$  qui nous a permis de tester la signification du coefficient de corrélation correspondant.

Nous avons étudié la stabilité de  $r$  d'une part en considérant la façon dont  $r$  est distribué, d'autre part en testant l'homogénéité des  $z$  à des niveaux divers grâce à la méthode des  $\chi^2$ .

Pour chaque ensemble de  $z$  considéré, nous avons estimé le meilleur coefficient moyen  $z'$  par la formule :

$$z' = \frac{(n^1 - 3) z^1 + (n^2 - 3) + \dots + (n^k - 3) z_k}{\sum (n - 3)}$$

et calculé :

$$\chi^2 = \sum (n - 3) (z - z')^2$$

avec  $k - 1$  degré de liberté (VESSEREAU, 1960).

(1) Ces travaux ont été réalisés à la Station de Recherches séricicoles (INRA) à Alès (Gard).



TABLEAU I

*Distribution de fréquence des coefficients de corrélation entre poids de la coque soyeuse et poids de la chrysalide dans le cas des mâles*

Races	Généérations successives	Classes de coefficients de corrélation						
		— 0,2	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
B	1			2	3	1		
C	1			5	6	1		
	2		2	2	2			
J	1			1	2			
	2		2			1		
	3	1	2					
K	1			2	4			
P	1				3			
W	1				2			
	2				1			
Z	2		1		1	1		
	3			2	1			
Répartition	1			10	20	2		
par	2		5	3	4	2		
génération	3	1	2	2	1			
Répartition totale		1	7	15	25	4		

TABLEAU 2

*Distribution de fréquence des coefficients de corrélation entre poids de la coque soyeuse et poids de la chrysalide dans le cas des femelles*

Races	Généérations successives	— 0,2	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
B	1				5	1		
C	1			2	7	3		
	2		1	1	4			
J	1				1	2		
	2			2	1			
	3			3				
K	1			1	4	1		
P	1				2		1	
W	1				1	1		
	2			1	1			
Z	2				3			
	3			1	2			
Répartition	1			3	20	8		
par	2		1	4	9			
génération	3			4	2			
Répartition totale			1	11	31	8	1	

TABLEAU 3

*Etude de la signification des coefficients de corrélation entre poids de la coque soyeuse et poids de la chrysalide chez les mâles. (s = significatif, ns = non significatif)*

Races	Lignées	Années	Z	N	$\sigma_z$	$\frac{Z}{\sigma_z}$
B	01	1955	0,233	127	0,090	s
	04	—	0,704	140	0,085	—
	05	—	0,688	140	0,085	—
	06	—	0,442	140	0,085	—
	07	—	0,650	105	0,099	—
	08	—	0,323	137	0,086	—
C	09	—	0,504	194	0,072	—
	10	—	0,524	175	0,076	—
	11	—	0,388	173	0,077	—
	12	—	0,673	164	0,079	—
	13	—	0,514	153	0,082	—
	14	—	0,485	128	0,089	—
	18	—	0,291	124	0,091	—
	19	—	0,844	102	0,101	—
	20	—	0,688	102	0,101	—
	21	—	0,402	107	0,098	—
	22	—	0,210	126	0,090	—
	23	—	0,322	092	0,106	—
	35	1956	0,502	172	0,077	—
	36	—	0,155	170	0,078	ns
	37	—	0,446	140	0,085	s
	38	—	0,121	077	0,116	ns
	39	—	0,211	079	0,115	ns
	40	—	0,233	114	0,095	s
J	15	1955	0,524	140	0,085	—
	16	—	0,528	105	0,099	—
	17	—	0,242	114	0,095	—
	41	1956	0,696	088	0,108	—
	42	—	0,166	096	0,104	ns
	43	—	0,171	105	0,099	ns
	49	—	0,151	095	0,104	ns
	50	—	0,081	082	0,112	ns
	51	—	0,140	074	0,119	ns
K	24	1955	0,621	114	0,095	s
	25	—	0,676	168	0,078	—
	26	—	0,622	140	0,085	—
	27	—	0,299	105	0,099	—
	28	—	0,341	148	0,083	—
	29	—	0,637	093	0,105	—
P	30	—	0,522	194	0,072	—
	31	—	0,671	105	0,099	—
	32	—	0,434	140	0,085	—
W	33	—	0,624	120	0,093	—
	34	—	0,593	082	0,112	—
	44	1956	0,228	093	0,105	—
	45	—	0,436	105	0,099	—
Z	46	—	0,624	105	0,099	—
	47	—	0,057	105	0,099	ns
	48	—	0,695	103	0,100	s
	52	1957	0,288	083	0,112	s
	53	—	0,215	089	0,108	—
	54	—	0,470	082	0,112	—



TABLEAU 4

*Etude de la signification des coefficients de corrélation entre poids de la coque soyeuse et poids de la chrysalide chez les femelles. (s = significatif, ns = non significatif)*

Races	Lignées	Années	Z	N	$\sigma_z$	$\frac{Z}{\sigma_z}$
B	01	1955	0,571	136	0,086	s
	04	—	0,966	138	0,085	—
	05	—	0,613	131	0,088	—
	06	—	0,614	140	0,085	—
	07	—	0,681	085	0,110	—
	08	—	0,642	137	0,086	—
C	09	—	0,966	191	0,073	—
	10	—	0,594	160	0,080	—
	11	—	0,639	167	0,078	—
	12	—	0,502	155	0,081	—
	13	—	0,574	152	0,083	—
	14	—	0,643	128	0,089	—
	18	—	0,440	124	0,092	—
	19	—	0,511	086	0,110	—
	20	—	0,810	117	0,094	—
	21	—	0,395	140	0,085	—
	22	—	0,256	084	0,111	—
	23	—	0,693	088	0,108	—
	35	1956	0,474	167	0,078	—
	36	—	0,433	143	0,085	—
	37	—	0,319	140	0,085	—
	38	—	0,437	084	0,111	—
J	39	—	0,195	080	0,114	ns
	40	—	0,599	136	0,086	s
	15	1955	0,469	139	0,085	—
	16	—	0,767	072	0,120	—
	17	—	0,750	108	0,098	—
	41	1956	0,406	086	0,110	s
	42	—	0,384	105	0,099	—
	43	—	0,480	105	0,099	—
K	49	1957	0,384	101	0,101	—
	50	—	0,266	072	0,120	—
	51	—	0,361	073	0,119	—
	25	1955	0,273	173	0,077	—
	26	—	0,648	106	0,099	—
	27	—	0,676	085	0,110	—
	28	—	0,634	168	0,078	—
	29	—	0,807	082	0,113	—
P	30	—	0,571	158	0,080	—
	31	—	1,198	066	0,126	—
	32	—	0,679	113	0,095	—
W	33	—	0,743	111	0,096	—
	34	—	0,563	088	0,108	—
	44	1956	0,327	105	0,099	—
	45	—	0,549	105	0,099	—
Z	46	—	0,649	105	0,099	—
	47	—	0,460	100	0,102	—
	48	—	0,460	099	0,102	—
	52	1957	0,402	105	0,099	—
	53	—	0,574	096	0,104	—
	54	—	0,682	078	0,115	—

TABLEAU 5

*Etude de l'homogénéité des coefficients de corrélation entre poids de la coque soyeuse et poids de la chrysalide, selon le sexe et la race. (Les valeurs de  $Z'$  en italique correspondent à une population homogène)*

		♂			♀		
		1955	1956	1957	1955	1956	1957
Compara- raison globale	$Z'$	0,5062	0,3435	<i>0,2236</i>	0,6282	<i>0,4463</i>	<i>0,4473</i>
	$\chi^2$	102	65	7,7	123	17	9
	P	< 0,001	< 0,001	0,18	< 0,001	0,20	0,11
	$\frac{Z'}{\sigma Z'}$	31	13	5	38	17	10
Comparaison par races	B	$Z'$	0,5055		0,6820		
		$\chi^2$	26		13,9		
		P	< 0,001		0,02		
		$\frac{Z'}{\sigma Z'}$	14		19		
	J	$Z'$	<i>0,4357</i>	0,3287	<i>0,6305</i>	<i>0,4245</i>	<i>0,3429</i>
		$\chi^2$	6	16	6,3	0,5	0,6
		P	0,05	< 0,001	0,05	0,75	0,75
		$\frac{Z'}{\sigma Z'}$	8	5	11	7	5
	C	$Z'$	0,4877	0,3034	0,6067	<i>0,4264</i>	
		$\chi^2$	44	16	51	10	
		P	< 0,001	0,01	0,001	0,08	
		$\frac{Z'}{\sigma Z'}$	19	8	24	11	
	K	$Z'$	0,5386		0,5620		
		$\chi^2$	16		21		
		P	0,01		0,001		
		$\frac{Z'}{\sigma Z'}$	15		15		
	P	$Z'$	<i>0,5293</i>		0,7276		
		$\chi^2$	3,3		18		
		P	0,20		< 0,001		
		$\frac{Z'}{\sigma Z'}$	11		13		
	W	$Z'$	<i>0,6115</i>	<i>0,3385</i>	<i>0,6637</i>	<i>0,4330</i>	
		$\chi^2$	0,05	2,0	1,5	2,5	
		P	0,50	0,15	0,20	0,12	
		$\frac{Z'}{\sigma Z'}$	8	4,7	9	6	
	Z	$Z'$		0,4571		<i>0,5253</i>	<i>0,5390</i>
		$\chi^2$		24,8		2,4	3,5
		P		< 0,001		0,30	0,15
		$\frac{Z'}{\sigma Z'}$		8		9	9



### III. — RÉSULTATS.

#### 1. *Distribution des coefficients de corrélation $r$ .*

Les tableaux 1 et 2 donnent le détail des distributions de  $r$  pour les mâles et les femelles avec une décomposition par année et par race. Le graphique 1 résume ces distributions pour l'ensemble des données. On remarque au premier abord la grande dispersion des coefficients de corrélation qui peuvent varier d'une valeur négative faible à 0,7 chez les mâles et d'une valeur positive faible à 0,9 chez les femelles. On note que la dispersion à l'intérieur d'une race est également importante.

#### 2. *Signification des $r$ .*

Les tableaux 3 et 4 nous fournissent le détail des résultats avec les valeurs de  $r$ ,  $z$ ,  $\sigma z$ ,  $\frac{z}{\sigma z}$  et nous permettent de conclure que sur 54 coefficients de corrélation calculés chez les mâles, 9 ne sont pas significativement différents de zéro, alors que chez les femelles, un seul d'entre eux n'est pas significativement différent de zéro.

#### 3. *Homogénéité des $r$ .*

Le tableau 5 donne le résultat des tests  $\chi^2$ , pour les mâles et les femelles et les divers groupes de familles considérées.

Les groupes sont pour chaque année, c'est-à-dire, chaque génération, l'ensemble des données disponibles, puis de façon plus détaillée chaque race à l'intérieur de chaque année.

Pour chaque groupe nous avons indiqué la valeur de  $z'$  c'est-à-dire, la meilleure valeur de  $z$  pour le groupe, la valeur du  $\chi^2$ , et la probabilité  $P$  correspondante pour que le groupe puisse être considéré comme homogène, c'est-à-dire pour qu'il puisse admettre un coefficient de corrélation unique, enfin le rapport  $\frac{z'}{\sigma z'}$  qui indique dans quelle mesure le coefficient unique, s'il est justifié, peut lui-même être considéré comme significativement différent de zéro.

Divers cas sont possibles. Le groupe n'est pas passible d'un coefficient de corrélation unique, et dans ce cas le calcul de  $z'$  n'est pas justifié ; ce qui ne veut pas dire qu'il n'y a pas de corrélation, mais que chaque famille du groupe a son coefficient de corrélation propre, ces coefficients peuvent être, chacun pris séparément, significativement différents de zéro et l'on peut conclure qu'il y a bien corrélation, mais que la valeur varie pour chaque famille. Ou bien tout ou partie des coefficients du groupe ne sont pas significativement différents de zéro, et l'on est alors plus ou moins sûr qu'il y ait corrélation.

Un deuxième cas est celui où le groupe est passible d'un coefficient de corrélation unique ; ici encore, deux possibilités : ou bien  $z'$  est significativement différent de zéro, ou bien il ne l'est pas ; dans le premier cas on a affaire à une population corrélative unique ; dans le deuxième cas, à une population unique mais non corrélative.

Lorsque le calcul de  $z'$  n'est pas justifié, et qu'il n'y a pas de corrélation unique pour le groupe, le calcul de  $\frac{z'}{\sigma_z}$  n'est évidemment pas justifié non plus. Nous avons cependant indiqué sa valeur dans les diverses cases du tableau 5, parce que nous avons noté qu'il était un bon indice de l'*existence* d'une corrélation (celle-ci n'étant pas unique).

Il est bon de souligner que nous avons rencontré dans la même étude tous les cas possibles, et même la plupart des cas pour une même race. Ainsi dans la race J, chez les femelles en 1956, le groupe de familles admettait un coefficient de corrélation unique avec une bonne probabilité et ce coefficient était significativement différent de zéro. Chez les mâles en 1957, le groupe de familles admettait un coefficient de corrélation unique, mais celui-ci n'était pas significativement différent de zéro, et ce groupe pouvait donc être considéré comme une population unique non corrélative. Toujours dans la même race, chez les mâles en 1957, le groupe de familles n'admettait pas de corrélation unique et l'existence même d'une corrélation était très improbable.

Si l'on examine l'ensemble des résultats du tableau 5, on remarque que, quels que soient *les groupes de familles* considérés, on ne peut pas parler, dans la majorité des cas, d'une corrélation unique, qui soit en même temps significativement différente de zéro. Alors que si l'on considère *les familles individuellement*, on note 53 familles sur 54 avec des coefficients de corrélation significatifs chez les femelles et 45 sur 54, chez les mâles.

Autrement dit, dans le cadre de nos expériences, le coefficient de corrélation se révèle être seulement *une caractéristique de la famille*, c'est-à-dire, d'un ensemble de frères et de sœurs ; lorsqu'on passe d'une famille à l'autre, la valeur du coefficient de corrélation peut varier considérablement, jusqu'à devenir non significative. Ce résultat mérite évidemment discussion.

#### IV. — INTERPRÉTATION.

Le problème se pose en fait de la façon suivante : les variations du coefficient de corrélation peuvent-elles être biologiquement interprétées, c'est-à-dire, mises en relation avec des facteurs biologiques précis ?

Nous remarquerons d'abord que l'ensemble des valeurs trouvées pour la corrélation « poids de la chrysalide, poids de la coque soyeuse » se situent à un niveau plus élevé chez les femelles que chez les mâles ; le pourcentage des coefficients non significativement différents de zéro est plus élevé chez les mâles que chez les femelles ; donc nous pouvons conclure à une liaison différente chez les mâles et chez les femelles entre les deux caractères, et de façon plus précise à une liaison plus stricte chez les femelles.

Cette première conclusion est d'ailleurs à rapprocher des résultats que nous avons obtenus par une autre voie. Au lieu de considérer la liaison entre caractères eux-mêmes, nous avons recherché s'il en existe une entre leur variabilité et en particulier entre coefficients de variation. Il y a un coefficient de variation mâle et un coefficient de variation femelle par famille et non par caractère ; nous avons calculé le

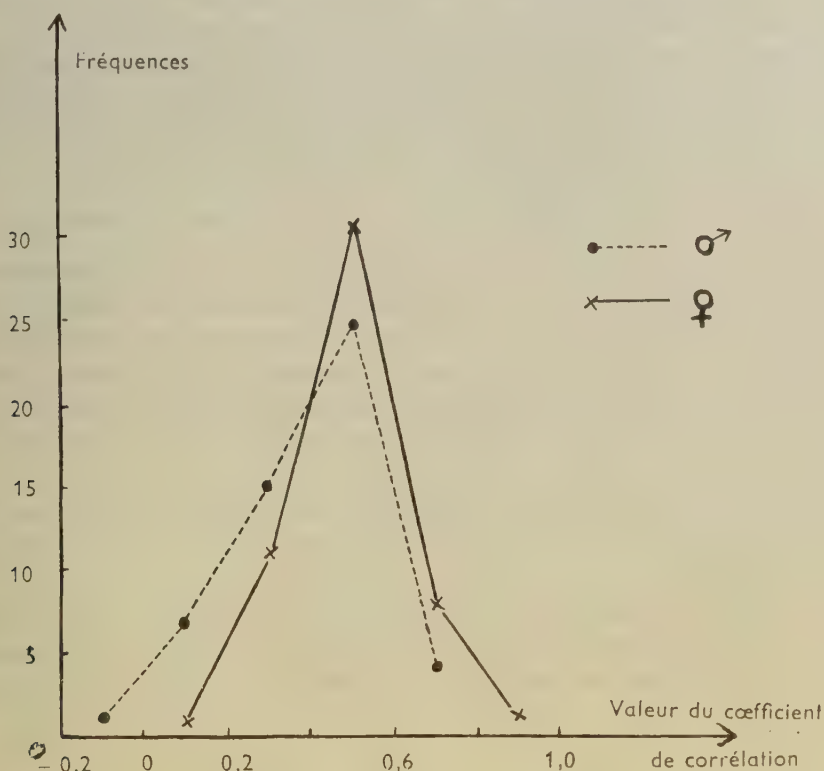


coefficient de corrélation entre coefficients de variation de la coque et de la chrysalide pour l'ensemble des 54 familles et pour chaque sexe. Nous trouvons :

Pour les mâles  $r = 0,608$

Pour les femelles  $r = 0,847$

Ces valeurs sont assez élevées, toutes les deux significativement différentes de zéro, et significativement différentes entre elles. Le comportement des deux sexes est donc différent, et la liaison entre les deux caractères est plus étroite chez la femelle que chez le mâle, aussi bien entre les caractères eux-mêmes qu'entre leur variabilité.



— Diagramme de répartition des coefficients de corrélation entre poids de chrysalide et poids de la coque soyeuse selon le sexe.

Un deuxième aspect est celui de la très grande variabilité, pour un même sexe, des coefficients de corrélation étudiés. Celle-ci dépasse la variabilité théorique à laquelle on pourrait s'attendre avec des échantillons tirés au hasard dans une population homogène. En fait, en variant selon les familles de 0 à 0,9, le coefficient de corrélation ne présente donc en cours de sélection *aucune stabilité*. Nous devons tirer de cette constatation plusieurs conséquences.

La première sera que l'estimation d'un coefficient sur un petit nombre de données et surtout sur un seul échantillon n'apportera qu'une très mauvaise information. Ainsi le résultat de CHIANG (1941) cité par CHEN (1948) selon lequel le coefficient de corrélation coque soyeuse-chrysalide est de 0,85 chez les mâles et de 0,70 chez les femelles, est fort sujet à caution dans la mesure où il n'a été déterminé que sur un seul lot de 40 mâles et 60 femelles, extrait d'une seule ponte d'une seule race.

La deuxième conséquence sera que des calculs complexes utilisant les coefficients de corrélation comme données de base perdront dans beaucoup de cas leur signification. En particulier, des estimations de l'héritabilité faisant appel à des coefficients de corrélation seront fort douteuses, si un travail de sélection est commencé, et d'une façon générale, si une cause quelconque d'hétérogénéité a pu apparaître dans le matériel.

La troisième conséquence sera plus positive. Le fait même que le coefficient de corrélation entre deux caractères puisse varier d'une famille à l'autre, d'un sexe à l'autre, et d'une façon plus générale avec la sélection, semble prouver que la valeur de ce coefficient a au moins en partie un déterminisme génétique.

Les résultats que nous discutons et qui portent sur trois générations successives indiquent que la valeur moyenne des coefficients de corrélation tend à baisser. Or, la sélection imposée au matériel avait pour but d'augmenter le poids de la coque soyeuse par rapport à celui de la chrysalide, c'est-à-dire d'augmenter le rapport  $\frac{\text{poids de la coque soyeuse}}{\text{poids de la chrysalide}}$ . Ainsi donc la sélection imposée paraît avoir eu pour effet de modifier une liaison, qui, pour être variable, était en moyenne originellement assez étroite. Cette liaison est devenue beaucoup plus lâche. Une sélection pour un caractère seul, ou pour deux caractères en sens inverse, a en définitive pour rôle de briser une corrélation. On peut se demander si, la pression de sélection s'arrêtant, les liaisons entre caractères se resserreraient, et si la valeur des coefficients de corrélation ne se relèverait pas, indiquant par là la stabilisation d'une nouvelle situation.

De toute façon, la pression de sélection peut être considérée comme une cause d'hétérogénéité, à laquelle les diverses familles répondent de façon variée selon leur structure génétique.

Enfin, il faut souligner que parallèlement à la sélection, le taux d'inbreeding augmentait d'une génération à l'autre ; et qu'il n'a pas apporté une homogénéité pouvant se traduire par un coefficient de corrélation unique pour un groupe de familles.

## V. — CONCLUSIONS.

Le coefficient de corrélation entre deux caractères, loin de constituer un invariant, se révèle, dans le cas étudié, éminemment variable. Nous avons montré qu'il varie selon le sexe, selon la famille, avec la sélection.

Dans cette mesure même, nous pouvons considérer, soit que le coefficient de corrélation constitue un *caractère héréditaire* décelable seulement au niveau de la population, soit qu'il est le *reflet sensible* d'une situation génétique où l'intervention de nombreux facteurs apporte autant de chances de variations.

*Reçu pour pu'lication en juin 1961*



## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- CHEN S. Y., 1948. Analyse de quelques caractères quantitatifs de Vers à soie. *Actes VII<sup>e</sup> Congr. séríc. intern. Alès*, 195-207.
- FISHER R. A., 1947. *Les méthodes statistiques adaptées à la recherche scientifique*, P. U. F. Paris.
- KEMPTHORNE O., 1957. *An introduction to genetic statistics*. J. Wiley and sons, Ed. N. Y.
- LEGAY J. M., PASCAL M., 1954. Recherche d'un test de richesse soyeuse utilisable en section du ver soie, *C. R. Acad. Agr. Fr.*, **40**, 260-261.
- LERNER M., TAYLOR L., 1943. The inheritance of egg production in the domestic fowl. *Amer. Natur.*, **77**, 119-132.
- OLSON E., MILLER R., 1958. *Morphological integration*. The University of Chicago Press.
- VESSEREAU A., 1960. *Méthodes statistiques en Biologie et en Agronomie*. Baillière Edit. Paris.
- WRIGHT S., 1934. The method of path coefficients. *Ann. Math. Stat.*, 161-215.
- TUKEY J. W., 1954. Causation, Regression and path analysis, 36-55, in « *Statistics and Mathematic in Biology* » éd. par O. KEMPTHORNE, Iowa State College Press.
- Anonyme, 1955. L'analyse factorielle et ses applications. *Colloques Internationaux du CNRS*, 58, Paris.
-



## COLLOQUE SUR LA RÉSISTANCE DES MAÏS ET CÉRÉALES AUX INSECTES

COMPTE RENDU DES RÉUNIONS

TENUES AU CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES — VERSAILLES,  
LES 20 ET 21 SEPTEMBRE 1960.

### SOMMAIRE

#### LISTE DES MEMBRES

#### INTRODUCTION

par B. TROUVELOT, Directeur de la Station centrale de Zoologie agricole.

#### EXPOSÉS ET DISCUSSIONS :

Prof. R. H. PAINTER : Insect resistance in plants.

Dr B. LAZAREVIC : Inquiries into the resistance of some hybrid corns towards the Corn Borer.

P. ANGLADE : Essai de mise au point d'une méthode de mesure de la sensibilité des lignées de Maïs aux chenilles de la génération estivale de la Sésamie (*Sesamia nonagrioides* LEF.).

J.-R. LE BERRE et J.-P. MOREAU : Différences variétales de comportement dans la nature de quelques Maïs vis-à-vis de l'Oscinie (*Oscinella frit* L.).

J.-R. LE BERRE et H. CHEVIN : Comportement de diverses graminées à l'Oscinie et variations morphologiques de celle-ci en fonction du substratum alimentaire.

A. IBBOTSON : Host selection by Frit Fly in Britain.

J.-R. LE BERRE et A. VIJVERBERG : Recherche d'une méthode d'étude du comportement des Maïs vis-à-vis des Oscinies.

#### DISCUSSIONS GÉNÉRALES

### LISTE DES MEMBRES

#### BELGIQUE :

M. QUOILIN, Institut agronomique de l'Etat, Gembloux (représentant M. van den BRUEL).

#### ÉTATS UNIS D'AMÉRIQUE :

Pr PAINTER, Department of Entomology, Kansas State College, Manhattan.

#### FRANCE :

I.N.R.A. — MM. ANGLADE, BAUDET, BERTIN, CHEVIN, COTTE, DOMMERGUES, ECOCHARD, LASCOLS, HURPIN, LE BERRE, MOREAU, RAUTOU, SCHVESTER, TROUVELOT.

O.R.S.T.O.M. — M. LAGIERE

E.N.A. Rennes — M. MISSONNIER



*GRANDE BRETAGNE :*

M. IBBOTSON, University School of Agriculture, Newcastle upon-Tyne.

*PAYS BAS :*

M. VIJVERBERG, Landbouwhogeschool, Wageningen (représentant M. de WILDE).

*YOUGOSLAVIE :*

M. LAZAREVIC, Institute for Plant Protection, Zemun.

*Personnes excusées.*

Parmi les personnes excusées, nous citerons nos collègues étrangers :

*pour l'Allemagne,*

M. MASURAT, Biologische Zentralanstalt, Berlin.

*pour la Grande Bretagne,*

M. KENNEDY, Agricultural Research Council Unit of Insect Physiology, Cambridge.

M. STRICKLAND, M.A.F.F. Plant Pathology Laboratory, Harpenden.

*pour la Suisse,*

M. HORBER et M. POPOV, Stations d'Essais agricoles de Zurich.

---

## OUVERTURE DU COLLOQUE

B. TROUVELOT,

*Directeur de la Station centrale de Zoologie agricole, Versailles.*

---

Dès l'ouverture de notre colloque, permettez-moi, au nom du Directeur de la Recherche Agronomique française, de vous souhaiter la bienvenue dans le cadre du Centre de Versailles.

Cette bienvenue s'adresse à toutes les personnes réunies à l'occasion de ces deux journées, en particulier à nos collègues étrangers, venus souvent de loin. Nous sommes heureux, sur le plan international, de favoriser de telles réunions limitées à un sujet précis et groupant des spécialistes, ce qui facilite l'échange de documents et d'informations et ce qui permet de définir des thèmes de travail dans un esprit de coopération, lorsqu'il y a des réalisations homologues pour différents sujets. Les colloques permettent de développer aussi des liens d'amitié et l'on ne peut méconnaître combien ces liens humains deviennent fructueux pour aborder des recherches et des réalisations qui dépassent forcément maintenant les possibilités d'une personne isolée. C'est la constitution de l'« Equipe » qui devient de plus en plus le terme vivant pour la recherche actuelle.

En ouvrant ce colloque, nous sommes heureux de fêter une nouvelle fois le passage et le séjour en Europe de notre doyen en matière de renouveau sur les travaux d'immunologie appliqués aux ennemis des plantes, le Professeur PAINTER. Cher Professeur PAINTER et collègue, nous sommes heureux, à l'ouverture de cette réunion, de rendre hommage à votre œuvre si féconde de pionnier, en montrant sur des exemples suivis d'applications des plus intéressantes, tout l'intérêt qu'il y a à reprendre des travaux sur la résistance des végétaux agricoles aux attaques des animaux nuisibles. Cet hommage prend une valeur toute particulière lorsqu'il est rendu dans le pays, la France, qui fut le premier à entreprendre et à réaliser une application pratique en immunologie, dont la portée, le succès économique, les répercussions sociales, furent considérables. Je veux parler de la solution dans l'étude immunologique apportée jadis au problème de la lutte contre le Phylloxéra de la Vigne.

Certes, les travaux faits furent avant tout empiriques. Les connaissances de l'époque, il faut le dire, ne permettaient pas le type d'études de base sur les mécanismes mêmes des immunités ainsi que sur les particularités de la transmission génétique de tels caractères.

Néanmoins, avec les travaux de Zoologistes comme BALBIANI et PLANCHON, de Botanistes et Agronomes comme BAZILLE, VIALA, COUDERT et BERLAND, pour ne citer que les premiers, nous avons là une œuvre de précurseurs très méritants. Il est curieux de rappeler en passant que ces hommes, dont l'œuvre a eu des résul-

tats que nous mesurons aujourd'hui, n'ont jamais été récompensés par l'attribution du prix de plusieurs millions de franc-or, prévu à cette époque pour la personne qui apporterait une solution pratique au problème du Phylloxéra, prix dont le jury se réunissait chaque année et avait, pendant des semaines, même des mois, d'énormes piles de dossiers d'inventeurs de remèdes à examiner minutieusement. Il est intéressant d'en rechercher les raisons, puis les enseignements qui en découlent. Parmi les raisons, je crois que la mise au point de la méthode de greffage du *Vitis viniferae* sur plant résistant est une œuvre collective, non celle d'une personne. C'est l'œuvre patiente, tenace, lente et faite de petits progrès obscurs apportés par les uns et les autres, chaque année et pendant une longue période.

Comme enseignement, je vois celui-ci : ce n'est pas, contrairement à une opinion trop simpliste et trop répandue, l'appât d'un prix, même de valeur élevée, qui est le vrai promoteur d'une recherche conduisant à la vraie solution. Le « prix-appât » a provoqué des bousculades désordonnées de personnes s'intitulant souvent « chercheurs », mais négligeant complètement les études de base. Je vous citerai qu'il y a eu, par exemple, dans les dossiers déposés les procédés les plus curieux, depuis la coquille d'œuf déposée au pied d'un cep, depuis les incantations, jusqu'aux produits les plus bizarres, et, effectivement, le prix n'a jamais été attribué. Il ne peut plus l'être car les membres du jury qui ont été nommément désignés sont tous morts et ne peuvent plus se réunir, au moins ici.

Notre réunion présente une particularité sur laquelle je suis heureux de m'arrêter un instant : elle est mi-partie zoologiste et mi-partie phyto-généticienne. En tant que Zoologiste, je suis heureux de dire combien nous avons apprécié la coopération de nos collègues Phyto-généticiens et leur présence nombreuse ici. Cette coopération confiante jouant en permanence dans les deux sens, est une nécessité ; nous la voyons étroitement réalisée sur le thème de certains ennemis, principalement du Maïs. C'est un élément très important et je pense que de plus en plus nous le retiendrons pour les autres thèmes à aborder pour d'autres végétaux.

Puis-je en terminant vous livrer une pensée ? Je vois dans l'avenir la lutte contre les ennemis des plantes reposer sur l'emploi complémentaire, d'une part des forces de la nature utilisées, canalisées chaque jour au mieux, d'autre part des possibilités que nous apporte la chimio-thérapie. Dans le premier ensemble, nous avons à réaliser l'association au mieux, avec les actions climatiques et microclimatiques, de la lutte biologique proprement dite, c'est-à-dire l'emploi des ennemis naturels des destructeurs des plantes, et une troisième voie, celle de l'immunologie.

Je vois, de plus en plus, ce dernier secteur d'immunologie prendre une importance, parallèle à celle actuelle de la lutte biologique au sens strict.

La lutte biologique doit une bonne partie de ses progrès récents à des groupements internationaux entre spécialistes, groupements permettant accord, entente, et facilitant l'information par des revues spécialisées, des colloques d'étude, des rapprochements entre pays. La C. I. L. B. (Commission Internationale de Lutte Biologique), a été indéniablement, dans ces dernières années, un élément très important de ces progrès. Je serais porté à croire qu'un lien un peu analogue, sous une forme appropriée au sujet, serait important à l'avenir pour le développement des études en matière d'immunologie.

Je m'excuse, cher Président, pour ce long préambule et répète à nouveau, soyez les bienvenus au Centre de Recherches Agronomiques de Versailles.



## INSECT RESISTANCE IN PLANTS (1)

H. PAINTER(2)

*Kansas State University, Manhattan, Kansas (U. S. A.)*

The successful study of insect resistance in plants began with finding grapes resistant to the grape phylloxera, in a cooperative project between scientists of France and the United States. Most of the research was necessarily done in France. Entomology has gained through research using insect resistance and through the cooperation that is necessary to make it succeed. In the United States insect resistance is being studied now in more than 50 crop-insect relationships in more than twenty crops (PAINTER, 1958).

At the Kansas Agricultural Experiment Station, the first studies on insect resistance involving hessian fly, *Phytophaga destructor* SAY, and wheat were made in 1913. Since 1926 there has been an organized project to study insect resistance in crop plants with entomologists and agronomists cooperating. Since 1926 eleven varieties have been approved by the Kansas Experiment Station for use by Kansas farmers (Table 1). Each of these varieties was more resistant to one or more insects than any variety previously grown. In addition, the Experiment Station requires any variety released to be at least as good as others being grown in all important characteristics and superior in one or more.

There have been several reasons for these successes in the utilization of insect resistance for insect control. We have certainly had some good luck in our research and have a good physical location because the presence of frequent insect outbreaks provides an opportunity for observing crop varieties under such conditions. If differences between plants or varieties are present, they frequently have been obvious. One reason for the success has been cooperation in the research by plant breeders and entomologists. Production of insect resistant varieties is too big a task for either one alone. A reason for success has been that search for resistance has usually been conducted using as large a portion of the germ plasm of the crop as available. Another reason has been the emphasis on the practical side of the problem, while at the same time not neglecting the pure science aspects.

Insect resistant varieties as seen in the field may be defined as varieties or plants that are inherently less damaged or less infested by an insect species than are other similar varieties under comparable environments. A good example of the production

(1) Contribution N° 784, Department of Entomology. This is a resume of an invitation address presented at the « Colloque sur la Résistance des Mais et Céréales aux Insectes », Versailles, France, Sept. 20, 1960.

(2) Professor of Entomology.

and characteristics of an insect resistant crop variety was the recent successful production of the alfalfa variety *Cody* which is resistant to the spotted alfalfa aphid, *Therioaphis maculata* BUCK. This insect was first discovered in the United States early in 1954, reached Kansas Late that year and spread across the state in 1955. It

TABLE I  
*Insect resistant crop varieties approved for use of farmers  
by Kansas Agricultural Experiment Station*

Date Approved	Crop	Varietal Name	Insect resisted	Remarks
1928	Sorghum	Atlas	Chinch bug <sup>1</sup>	Leading Sorgo in acreage in the U. S.
1932	Wheat	Kawvale	Hessian fly <sup>2</sup>	Replaced by Pawnee and removed from approved list 1947
1937	Alfalfa	Ladak	Pea aphid <sup>6</sup>	Moderate resistance
1943	Wheat	Pawnee	Hessian fly <sup>2</sup>	Developed jointly with Nebraska Agr. Expt. Sta. Leading variety in point of acreage in Kansas 1946. Leading variety in acreage in U. S. beginning 1948.
1943	Corn	Ks 2234	Grasshopper <sup>3</sup>	Hybrid (K55 × K41) × (K64 × K65).
1950	Corn	Ks 1859	Corn Leaf <sup>4</sup> aphid	Hybrid (N6 × WF9) × (K148 × K150), also carries moderate resistance to corn earworm <sup>7</sup>
1950	Sorghum	Dwarf Kafir 44-14	Chinch bug <sup>1</sup>	Developed for chinch bug resistance by Oklahoma Agr. Expt. Station
1951	Wheat	Ponca	Hessian fly <sup>2</sup>	Developed and released jointly with Oklahoma Agr. Expt. Station
1952	Barley	Dicktoo	Greenbugs <sup>5</sup>	A variety developed in North Dakota Agr. Expt. Station for outstanding winter hardiness
1959	Alfalfa	Cody	Spotted alfalfa aphid (8)	A synthetic of 22 resistant plants from Buffalo alfalfa
1960	Wheat	Ottawa	Hessian fly (2)	Carries resistance to stem rust and soil borne mosaic, and a genetic factor for resistance to hessian fly not found in Ponca and Pawnee

Scientific Name

<sup>1</sup>Chinch bug : *Blissus leucopterus* Say

<sup>2</sup>Hessian fly : *Phytophaga destructor* Say

<sup>3</sup>Grasshopper : *Melanoplus* spp.

<sup>4</sup>Corn leaf aphid : *Rhopalosiphum maidis* Fitch

<sup>5</sup>Greenbug : *Toxoptera graminum* Rond.

<sup>6</sup>Pea aphid : *Macrosiphum pisi* Harris

<sup>7</sup>Corn earworm : *Heliothis zea* Boddie

<sup>8</sup>Spotted alfalfa aphid : *Therioaphis maculata* Buckton

has done severe damage somewhere in the state each year since its arrival. The variety *Cody* was approved for distribution in 1959 and carries near-immunity to the spotted alfalfa aphid. It has proved satisfactory also in its agronomic characteristics. It is the result of the cooperative effort of two agronomists and four entomologists. The

details regarding its development and performance are available in a recently published technical bulletin (HARVEY, et al. 1960). The production of a new insect resistant variety within five years after the appearance of the insect in the state, compares very favorably with the length of time needed to develop other kinds of insect control measures. Research on insect resistance in alfalfa is proceeding toward the development of an alfalfa variety which combines resistance to both the spotted alfalfa aphid and to the pea aphid, *Macrosiphum pisi* HARRIS, along with improved agronomic qualities. A group of about 1,800 individual plants which carry resistance to both aphids is now under observation.

The first task in the study of resistance to any insect in any crop is to locate resistant plants. The second step is to try to find out which of the three components of resistance — tolerance, antibiosis, and preference or nonpreference — is concerned in the resistant plant under study.

At the Kansas Experiment Station, in the study of the resistance of corn to insects, there have been two general kinds of investigations. First, it has sometimes been possible to take records of plant or strain differences during times of outbreaks of an insect. The insects concerned are those for which methods of breeding in large numbers or of controlling the population in the field have not been worked out. In these cases it is necessary to use the natural infestations which sometimes occur only at long intervals. The second kind of investigations are those in which the necessary numbers of insects are reared or natural infestations utilized together with a planned plant breeding program.

As representative of the first class of investigation, the study of grasshopper resistance in corn has depended primarily on natural infestations. During the 1936 outbreak of grasshoppers in Kansas it was possible to get records of the relative susceptibility or resistance of all breeding lines then in use. The best of these lines are still being used in the corn breeding program in Kansas and in other states. On several occasions since that time it has been possible to get additional records of some of the lines that were being used in the breeding program. From the information gathered it was possible to select the inbred lines and to confirm the resistance of the 4-way hybrid now being grown by Kansas farmers as *Kansas Hybrid 2234*. Grasshopper resistance in corn does not even approach the near immunity of *Cody* alfalfa to the spotted alfalfa aphid. It is, however, known to be of considerable economic importance, since it probably reduces the number of times when chemical control methods are needed to prevent grasshopper damage to the resistant variety. There is some evidence that grasshopper resistance has arisen through natural selection since it has been much easier to develop resistant inbreds from corn varieties indigenous to the Great Plains where they have been exposed for longer times to grasshopper depredations.

Some studies have been made of resistance to chinch bugs, *Blissus leucopterus* SAY in corn, but this typical American insect has not occurred in abundance in Kansas in recent years, so no resistant varieties have been developed.

The study of resistance to the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* FITCH, in corn has been another case in which outbreaks of this insect have been utilized. This aphid can reduce corn yield considerably since it appears to be responsible for barren stalks as well as for interference with pollination. Virtually all corn plants are resistant to this insect when they are young, hence it is impossible to study resis-



tance to the corn leaf aphid in seedling corn. One must wait until near the time of tassel production for development of large populations of the insect. Because of the size of the plant and the number of plants required in insect resistance studies, only the field can be utilized. Records taken over the years indicated that the inbreds constituting *Kansas Hybrid 1859* and the 4-way hybrid itself were highly resistant to the corn leaf aphid. This hybrid was released to Kansas growers and is known to produce higher yields than many other hybrid during years when the corn leaf aphid is present in abundance (PAINTER, 1958 b).

Other insects that have been studied by taking records during times of outbreaks in breeding nurseries of corn include white grubs and thrips.

Resistance breeding programs are under way for a number of corn insects. The European corn borer, *Pyrausta nubilalis* HUBNER, is present in Kansas but there is no program of breeding for resistance apart from that conducted in cooperation with the United States Department of Agriculture in Iowa. Workers in a number of the states, especially Iowa, Indiana, Minnesota, and Ohio, have been breeding for resistance to this insect for some time. In these studies great numbers of insect eggs are produced and distributed uniformly in the breeding plots. Records of larval infestation and damage are taken later in the season. Several of the commercial hybrid corn companies are also conducting the same kind of investigations on a large scale. A recent regional bulletin (EVERETT et al., 1958) issued by the Experiment Stations of Minnesota, Ohio and Iowa, reported, after four years' study, a 25 to 81 per cent reduction in borer population in a comparison between a resistant and a susceptible hybrid when studied under conditions of the respective states. There is little doubt that some reduction in borer populations has resulted in fields of resistant corn where such hybrids have been grown. That the pedigrees of commercial hybrids are secret and that such hybrids constitute the bulk of the corn grown in the United States makes it difficult to assess the importance of resistant corn varieties.

The studies of BECK and coworkers in Wisconsin and of others in other states (See PAINTER, 1958 a) have given us some information regarding the basis of resistance of corn to the European corn borer. In the strains of corn studied, three chemically defined resistance factors were located. These constitute only part of the basis for the antibiosis component of resistance. There has been little genetic or chemical study of the two other components of resistance, tolerance and nonpreference. A number of genetic studies have shown that the antibiosis depends on up to three or four genetic factors, the exact number depending on the parents involved.

The study of resistance to the southwestern cornborer, *Zeadiatraea grandiosella* DYAR, is interesting since we have been able to utilize a natural insect population in a planned breeding program. This insect moved into Kansas in 1941 and reaches its northern distribution within the state. In the south central part of the state, its damage reduced corn acreage planted from 300,000 to about 10,000 acres. Resistance to the insect is being studied in this area, which is about 200 miles from the main Experiment Station in Manhattan. This insect has two generations a year and causes two distinct types of damage. The attack by the spring generation causes stunting and frequently the death of the terminal bud. The injury looks somewhat similar to that by the frit fly in Europe. The second generation passes the winter as a larva at the tip of the stalk below ground. Before hibernation, however, the insect cuts a notch from the inside most of the way around the stalk so that the infested stalk is connected

to the root by little more than the outside epidermis. Consequently, the first strong wind breaks the stalk. During the years we have been selecting and studying inbred lines in a search for differences in infestation and in standability of the stalks after harvest. In the material studied only small differences occur in infestation of strains but appreciable differences in the ability of the plants to remain standing despite infestation have been observed. Year after year, in the area of study the check varieties have approached 100 per cent infestation. Eighty per cent of some selections have stood after harvest, compared with about 40 per cent for most selections. Such differences have reoccurred in subsequent years and are present in related lines. No detailed study has yet been possible of this interesting insect-plant relationship and we are continuing this study with the hope of finding greater differences in other plant materials.

A major part of our corn insect studies in Kansas has been concerned with the corn earworm, *Heliothis zea* BODDIE, in field corn. Year after year this insect infests all but a fraction of one per cent of the ears of corn grown in Kansas, but differences in damage done to various inbreds and hybrids is considerable. Our studies of resistance to this insect have been concerned with three areas of research. The first has consisted of a search for higher levels of resistance in which 10 to 20 ears of from 500 to 1,000 different inbred lines are studied during most years. Only a few of the best are continued in later years for further examination. The second area of research has concerned the transfer of resistance from resistant inbreds of the southern states to corn adapted to Kansas conditions. A genetic study of this material is now in progress. A third area of research is concerned with the prevention of increase and distribution of inbreds and hybrids with greater susceptibility than those now grown. In this area, considerable progress has been possible.

In any study of insect resistance in crop plants, and especially in the study of resistance of corn to insects, the search for sources of resistance is of utmost importance. Success is likely to be more or less in proportion to the number and diversity of strains that can be studied. In corn the genes for insect resistance available in the inbreds and varieties that originally came from the United States corn belt must be small compared with the total gene pool in the species, *Zea mays*. There must be many more genes for resistance available in the corn of the American tropics (PAINTER, 1958). Fortunately, this germ plasm is being preserved in Mexico and in South America. The problems of transfer to northern corn are probably difficult but not insurmountable.

Much of the corn grown in Europe until recently was originally brought there following the early years of American exploration. It probably came from an area in the New World different from the area of origin of the corn of the central United States. It therefore may contain sources of insect resistance not now available in the United States. Such sources may be of special importance in breeding for resistance to European corn borer. Genes for insect resistance should be sought before the older European varieties are displaced by newer hybrids.

In the study of insect resistance in crop plants, an important but unspectacular aspect is the prevention of the distribution of varieties of crop plants that are more susceptible than those currently grown. Insects are difficult enough to control without adding to the problems. In a number of the studies of sources of resistance it has been found that new varieties were much more likely to be highly susceptible



than highly resistant. Usually the majority were more susceptible than were susceptible varieties used as checks. Hence, by chance a newly introduced variety is more likely to be susceptible if it has not been previously tested for this character.

In the United States the use of insect resistant varieties has been successful both in reducing populations of injurious insects and in reducing the damage done by insects. The population of hessian fly in Kansas and in California has shown a striking reduction following the introduction of resistant varieties. In wheat growing areas of the United States, ten hessian fly resistant varieties have now been distributed. This means that there should be further reductions in the populations of this injurious insect. The reduction of damage done by an insect is particularly well demonstrated in the distribution of varieties of corn resistant to European corn borer and of alfalfa resistant to the spotted alfalfa aphid. In the latter case the varieties *Lahonton*, *Moapa*, and *Cody* have been damaged very little either in the field or in greenhouse tests by heavy populations of the aphid.

## RÉSUMÉ

Le succès des études sur la résistance des plantes aux Insectes débute avec la découverte de vignes résistantes au Phylloxera. Depuis lors de nombreux cas de résistances végétales à l'égard des insectes ont été utilisés sur le plan agronomique :

- variétés de blé résistantes à la Mouche de Hesse,
- variétés de Luzerne résistantes au Puceron *Therioaphis*,
- variétés de Maïs résistantes :
  - soit au Puceron, *Rhopalosiphum maidis*,
  - soit à *Zeadiatreia grandiosella*,
  - soit à *Heliothis zea*,
  - soit à *Pyrausta nubilalis*.

Actuellement, aux Etats-Unis, les recherches entreprises dans cette voie portent sur plus de 50 insectes nuisibles à plus de 20 plantes cultivées et il peut être admis que les résultats encourageants déjà obtenus sont dus à la coopération très étroite entre entomologistes et sélectionneurs. Par ailleurs, l'étude de la résistance des plantes aux Insectes ne revêt pas seulement un caractère d'ordre pratique : elle comporte et suscite parallèlement des recherches fondamentales particulièrement en ce qui concerne les mécanismes mêmes de la résistance qui peuvent être le fait de phénomènes de préférence, de tolérance ou d'antibiosis.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(Documentation to earlier studies may be found in PAINTER 1951, 1958a).

- EVERETT T.R., CHIANG H.C., HIBBS E.T., 1958. Some factors influencing populations of European corn borer [*Pyrausta nubilalis* (Hbn.)], in the north central states. *Minn Agr. Exp. Tech. Bul.* **229**, 1-63. (North Central Regional Publication No. 87.)
- HARVEY T.L., HACKEROTT H.L., SORENSEN E.L., PAINTER R.H., ORTMAN E.E., PETERS D.C., 1960. The development and performance of Cody alfalfa, a spotted alfalfa aphid resistant variety. *Kans. Agr. Exp. Sta. Tech. Bul.* **114**, 27 pp.
- PAINTER R.H. Insect resistance in crop plants 1951, New York : The Macmillan Co, 520 pp.
- PAINTER R.H. 1955. Insects on corn and teosinte in Guatemala. *J. Econ Ent.* **48**, 36-42.
- PAINTER R.H., 1958 a. Resistance of plants to insects. *Ann. Rev. Ent.*, **3**, 269-290.
- PAINTER R.H., 1958 b. The study of resistance to aphids in crop plants. *Int. Cong. Ent. Proc.* **3**, 451-458.



## DISCUSSION

M. TROUVELOT fait remarquer qu'à propos des Luzernes on pourrait ouvrir la discussion sur les relations physiologiques entre Vers blancs et plantes hôtes et pour cela demander à M. HURPIN d'exposer quelques-unes des conclusions auxquelles ses travaux l'ont conduit.

Monsieur HURPIN — Je n'ai pas préparé de texte spécialement, je vais simplement indiquer aux personnes ici présentes qu'au cours d'études préliminaires sur l'alimentation des larves de Vers blancs (*M. melolontha*), études réalisées à la fois en laboratoire et en essais parcellaires dans la nature, j'ai constaté que, suivant la nature du végétal offert aux Vers blancs il y avait une différence considérable de développement des larves. Trois types de plantes peuvent être distingués :

a) certains végétaux se révèlent toxiques lorsqu'ils sont ingérés de façon exclusive et continue : par exemple, la pomme de terre ;

b) d'autres constituent une médiocre source de nourriture : la plupart des Graminées ;

c) d'autres enfin assurent une croissance rapide à un grand nombre d'individus : les plantes de la famille des composées, la carotte, la betterave, etc...

Des essais de plein air effectués dans des parcelles de 4m x 4 m contaminées en Vers blancs par des femelles prêtes à pondre et plantées de façon homogène et exclusive avec 8 des principaux végétaux étudiés en laboratoire ont confirmé pleinement les résultats obtenus en élevage.

Les essais parcellaires ont en outre démontré un phénomène important : l'absence de concordance entre le degré de convenance d'un végétal pour les Vers blancs et la gravité des dégâts subis par cette plante du fait de l'activité des insectes. Au contraire, beaucoup de racines défavorables au Ver blanc (beaucoup de Graminées prairiales), sont très attaquées alors que la plupart des plantes propices aux ravageurs ne présentent que des altérations légères. Ceci est dû à la structure du système racinaire mais aussi à la grande variabilité de la valeur alimentaire pour les larves de *M. melolontha* des racines considérées. Les racines de grande valeur alimentaire permettent un bon développement de l'insecte, même si elles sont ingérées en faible quantité, tandis qu'un grand volume de matières peu nutritives ne donne qu'un développement limité par suite de carences qualitatives.

Les études qui rentrent le plus dans le cadre du présent colloque sont les recherches menées par notre collègue HORBER à Zürich, et qui concernent les luzernes, dont certaines variétés se sont révélées résistantes aux vers blancs.

Le Professeur PAINTER remercie Monsieur HURPIN.

Monsieur TROUVELOT signale au Professeur PAINTER les travaux de M. MISSENIER sur la résistance des pois aux aphides, ce qui constitue un problème régional de l'ouest de la France.

PAINTER répond qu'il sera très heureux de parler avec MISSENIER sur le sujet de ses recherches, et sur ces entrefaites, donne la parole au Dr LAZAREVIC pour développer le problème de la résistance des Maïs hybrides à la Pyrale du Maïs.

---



## INQUIRIES INTO THE RESISTANCE OF SOME HYBRID CORNS TOWARDS THE CORN BORER

Dr. B. LAZAREVIC

*Institute for Plant Protection, Beograd (Yugoslavia).*

---

The Indian corn represents one of the principal agricultural products of Yugoslavia, both with regard to the areas sown with it and to the total production. Favourable climatic conditions, as well as the attention paid to the corn culture, made Yugoslavia become one of the main corn producers in the world. Thus, for instance, Yugoslavia was, in period from 1934 — 1938, the first corn producer in Europe and the fifth in the world, while in 1955 it occupied the second place in Europe and the fourth in the world. In the same year (1957) with the corn were sown 24 p. c. of the total productive surface in our country. From these surfaces were obtained 556.000 waggons of corn in grain.

Until the end of the World War II in Yugoslavia were grown chiefly various domestic corn sorts. However, in the course of the last years, they are being gradually supplanted by different hybrids, whose seeds were originally imported from the United States. In the course of 1955 in our country was organized also domestic production of hybrid seeds and 40.000 ha were sown with hybrid corns. Later on, there was a constant increase of areas under the hybrid corn : in 1957 160.000 ha, in 1958 305.000 ha and in 1959 it was planned to sow 597.000 ha with hybrid corn (DJURKOVIC and KANDIC, 1959).

The introduction of hybrid sorts considerably contributed to the improvement of agrotechnical measures in the corn culture and particularly obvious was the increase of the number of plants per square unit. All these facts exerted a very important influence upon the development of pests attacking the corn in the course of the period of vegetation. This refers in the first place to the corn borer (*Pyrausta nubilalis*, Hbn.), which represents one of the chief pests of this culture, in the principal districts of corn growing in Yugoslavia.

The corn borer has caused from ever considerable damages on the corn cultures in Yugoslavia (BABCOCK and VANCE, 1929; VUKASOVIC, 1932); in the last few years, however, it was observed (LAZAREVIC, 1959) that its noxiousness manifested itself ever more. The experts consider that all this resulted from the changes in the agrotechnical measures in corn growing, particularly from the increased stand of plants as well as from the more and more general introduction in practice of various Ame-



ricain hybrid sorts, some of which are believed to be particularly susceptible to the corn borer under the ecological conditions of our country. In order to check this presumption, we made researches, in the course of 1959 and 1960, of the resistance of some imported hybrid sorts towards this pest. By this experiment were comprised only those American hybrids which are the most suitable for our corn growing conditions in the principal productive districts. On the base of these two years' observations were obtained the essential data concerning the susceptibility of individual investigated hybrid sorts to the corn borer, under our 'ecological conditions of the corn development and the development of the pest itself.

## MATERIALS AND METHODS

By this experiment were comprised 14 American hybrids belonging to the of middle early, early, middle late and late hybrids, to wit : *W-240*, *W-270*, *W-355A*, *P-388*, *W-464A*, *P-349*, *P-352*, *W-641AA*, *I-4316*, *N-301*, *W-692*, *K-1859*, *Us-13*, and *P-377A*. On the course of 1959 hybrid was sown in 9 repetitions and in each of them there were 20 plants, which means that in the course of that year 180 plants were observed of each hybrid. The same experiment has been repeated in the course of 1960, only that in this case two more repetitions have been sown of each hybrid sort. They were used to check the resistance of hybrids under the conditions of the spontaneous oviposition by the borer in the open. The sowing of all hybrids was effected simultaneously in the course of a year, in the period considered to be normal for the corn sowing in the region of Vojvodina (the northern part of Yugoslavia). Thus, the sowing in 1959 was carried out on April 28 and in 1960 April 21.

In the period of the mass emergence of butterflies and of the oviposition of the corn borer in the open, on all plants used in the experiment were placed three egg clusters of the average size. The egg clusters were placed on all plants in two turns, so that the first time on each plant was placed one egg cluster and the second time two egg clusters. The egg clusters were placed in the whorl of the leaf or pinned up on the leaf, near its base.

The egg clusters to be used in the experiment were raised in the laboratory, from butterflies having emerged in a big cage from the old corn-stocks. The butterflies were daily collected and placed into special cages for the oviposition. In one cage were put 100 females and 50 males, and after that held in the clima-chamber at the temperature of about 28° C and at 90 — 95 p. c. of relative air humidity. In addition to this, in order to secure to the butterflies the necessary water to drink, the cages were sprayed with water 2-3 times a day.

The females deposited their eggs on the wax paper which was set on the upper side of the cage and changed regularly each day. By means of a special punch each egg cluster was cut out separately with a piece of paper, 12 mm in diameter. The cut paper with the egg cluster was put on pins and placed on special plates (plates serving for isolation). The egg clusters prepared in this way were held afterwards under the same conditions as the butterflies which were depositing eggs. On the eve of the hatching of larvae, the egg clusters were taken into the field and placed upon the corn plants.

30-40 days after the egg clusters had been placed upon the corn, was carried out the first evaluation, and 20-30 days later the second evaluation of the resistance of all hybrids taken into the experiment. The evaluation of the resistance was carried out according to the usual method, on the base of the outer aspect of plants and damages caused by the corn borer larvae on the leaf, the midrib, the tassel and the stalk itself. In order to facilitate the choice of the mark to be given in each case, the evaluation was made by means of marks ranging from 1-10. From the average value obtained by both the first and the second evaluation, as well as from all 9 repetitions, was obtained the final mark of the susceptibility of a determined hybrid to the corn borer for one year of observations.

In addition to the usual standard evaluation of the resistance, based on the outer aspect of the plants, we made, in the course of both observation years, also a detailed examination of a determined number of plants from each repetition of all hybrids in the experiment. From each repetition were dissected and minutely examined 10 plants and then established the damages caused on the leaf, the stalk, the tassel and the corn-cob, as well as the number of larvae or pupae of the pest. The dissection was carried out in the course of the vegetation period, i. e. immediately after the outside evaluations of the resistance had been made. In this report, however, we are not going to set forth the results of these observations, too.



FIG. 2. — Resistance to European Corn Borer of hybrid 1859, which was artificially infested during the vegetation with three egg clusters.



FIG. 1. Resistance to European Corn Borer of hybrid Us-13, which was artificially infested during the vegetation with three egg clusters.

## RESULTS OF EXPERIMENTS

The final results of our experiments are set forth in the Tab. 1. In the appended table is expounded the evaluation of the susceptibility of observed hybrids, separately for 1959 and for 1960. From these data was obtained the average susceptibility of each hybrid for both observation years. In the same way are annexed the average results of the observation of the resistance of hybrids in the course of 1960, under the conditions of the spontaneous oviposition in the open.



FIG. 3. - A view of stalks of two different hybrids which were artificially infested during the vegetation with three egg clusters : on the left-susceptible hybrid W-240, on the right-much more resistance hybrid K-1859.

As it results from the Tab. 1, in our experiments, in the course of both observation years, the greatest resistance towards the corn borer was showed by the late and medium early hybrid sorts, i. e. Us-13, K-1859, W-992 and N-301. A particular susceptibility was manifested by the early hybrid W-240, as well as W-355A and P-388, which also belong to the group of early hybrids. The almost similar succession of the susceptibility was manifested also in the check in the course of 1960, where the susceptibility, for comparison's sake, was observed and checked under the conditions of the spontaneous oviposition in the open.





FIG. 5. — A row of susceptible hybrid P-588, which was antipodally infested during the vegetation with three European corn Borer egg clusters.



FIG. 4. — A susceptible hybrid W-210, which was antipodally infested during the vegetation with three egg clusters.

The hybrids *Us-13* (fig. 1), *K-1859* (fig. 2 and 3-right), *W-692* and *N-301* which occupy, according to the resistance manifested in the course of both observation years, the first four places, at the end of the vegetation period, and even at the harvest-time, have the unbroken stalks and a normal aspect. This is not the case with the particularly susceptible hybrids, as for instance *W-240* (fig. 4 and 3-left), *P-388* (fig. 5), as well as with some others.

TABLE I

*Evaluation of the susceptibility of various maize hybrids towards the corn borer*  
*Results of observations made in the course of 1959 and 1960.*

1959			1960			Average 1959-60			Check with the spontaneous oviposition in 1960		
Number	Hybrid	Mark	Number	Hybrid	Mark	Number	Hybrid	Mark	Number	Hybrid	Mark
1	Us-13	4,3	1	Us-13	4,1	1	Us-13	4,2	1	Us-13	2,2
2	K-1859	4,3	2	K-1859	4,4	2	K-1859	4,3	2	N-301	2,2
3	W-692	4,9	3	W-692	5,0	3	W-692	5,0	3	K-1859	2,5
4	N-301	5,4	4	N-301	5,0	4	N-301	5,2	4	I-4316	3,0
5	P-349	5,6	5	W-641 AA	5,0	5	I-4316	5,5	5	W-641 AA	3,0
6	I-4316	5,9	6	I-4316	5,1	6	W-641 AA	5,5	6	W-692	3,2
7	P-377 A	6,0	7	P-349	5,7	7	P-349	5,6	7	P-349	3,7
8	W-641 AA	6,1	8	P-377 A	5,8	8	P-377 A	5,9	8	P-377 A	3,7
9	W-270	6,5	9	P-352	6,8	9	W-270	6,7	9	W-270	5,7
10	W-464 A	6,8	10	W-270	7,0	10	P-352	6,9	10	W-464 A	6,2
11	W-355 A	6,9	11	W-464 A	7,7	11	W-464 A	7,2	11	P-388	6,5
12	P-352	7,0	12	P-388	7,8	12	W-355 A	7,5	12	P-352	6,7
13	W-240	7,4	13	W-355 A	8,1	13	P-388	7,7	13	W-355 A	7,0
14	P-388	7,7	14	W-240	9,4	14	W-240	8,4	14	W-240	9,0

With regard to the method applied in our experiments, i. e. the sowing and placing of egg-clusters upon the plants being carried out with all hybrids simultaneously, it could be expected, to a certain degree, that in this case the later hybrid sorts would prove to be more resistance (BIGGER et al., 1949, cited by JUGENHEIMER, 1958). However, in our experiments, we wanted to see how particular of these hybrid behaved under our oecological conditions, connecting it with the normal corn sowing time in our country, and with the period of the most intense mass emergence of butterflies and of the oviposition (in the course of 1959 and 1960 was followed the emergence of butterflies from old corn-stalks, while the flight of butterflies was checked by means of two light traps).

From the annexed data it can be seen that some hybrids manifested some minor differences in their susceptibility to the corn borer in the course of 1959 and 1960. We believe that it was to a certain extent influenced also by the differences in the corn development and in the period of the emergence of butterflies or of the mass oviposition in the course of these two years.

## SUMMARY

In the course of 1959 and 1960 was examined the resistance of 14 different corn hybrids towards the corn borer. The sowing of all hybrids, regardless of the length of their period of vegetation, was effected simultaneously, i. e., at the normal sowing time for corn in the region where these observations had been made. In the period of the most intense mass emergence of corn borer butterflies and of the oviposition, on all plants in the experiment were simultaneously placed three egg clusters of the average size, which had been raised in the laboratory. The determination of the resistance of observed plants was carried out in the course of the vegetation.

Under these experimental conditions, considerably more resistant proved to be the medium early and late hybrid sorts, as for instance: *Us* - 13, *K* - 1859, *W* - 692 and *N* - 301. Their susceptibility in both observation years varied from 4,1 to 5,4 (see Tab. 1).

A particular susceptibility was manifested by early hybrids, and particularly *W* - 240 and *P* - 388, with which occurred, already in the course of vegetation period, breaking of stalks and at the harvest time dropping of corn-cobs.

## RÉSUMÉ

En 1959 et 1960, 14 variétés de Maïs hybrides ont été testées au point de vue de leur résistance vis-à-vis de la Pyrale. Tous les hybrides étaient semés au même moment, sans tenir compte de la durée de leur période de végétation, à une date qui correspondait à la date normale de plantation du Maïs dans la région où les observations étaient faites. Au moment du maximum des émergences et de la ponte des papillons de Pyrale trois pontes de taille moyenne obtenues au laboratoire étaient placées en même temps sur chaque plante en expérience. La détermination du taux de résistance des plantes était effectuée au cours de la végétation.

Sous ces conditions expérimentales, les hybrides moyennement précoces et les hybrides tardifs se sont montrés considérablement plus résistants, comme par exemple *Us*-13, *K*-1859, *W*-692 et *N*-301. Leur susceptibilité au cours des deux années d'observations a varié de 4,1 à 5,4 (Tableau 1).

Les hybrides précoces se sont montrés particulièrement susceptibles surtout *W*-240 et *P*-388 chez qui on a constaté le bris de la tige au cours de la période de végétation et la disparition de l'épi au moment de la moisson.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BABCOCK, W.K., VANCE, M. A., 1929. The Corn Borer in Central Europe; a review of investigations from 1924-1927. *Tec. Bull., US. Dept. Agr.*, n° 135.  
 BIGGER, J.A., WRIGHT, J.M., 1949. Corn Borer Control of field Corn. *III. Agr. Ext. Serv. Cir.* 637 (from Jugenheimer, W.R., 1958: Hybrid Maize Breeding and Seed Production).  
 DJURKOVIĆ, V., KANDIĆ, K., 1959. Economic Importance of Corn in Yugoslav-economy and its perspective to be produced and consumed. « *Hibridni kukuruz Jugoslavije* » Beograd. n° 5, 14-34.  
 LAZAREVIĆ, B., 1959. The spread of Corn Borer in some districts of the PR. Serbia in 1959. « *Hibridni kukuruz jugoslavije* » Beograd., n° 9, 36-42.  
 VUKASOVIĆ, P., 1932. Contribution à l'étude de *Pyrausta nubilalis* Hübn. *Glasinik Cent. Higijenskog Zavoda*, 13, n° 4, 1-41.

## DISCUSSION

PAINTER ouvre la discussion sur l'exposé de LAZAREVIC.

M. ANGLADE ayant demandé un complément d'information sur le système de notation des différences de dégâts, le Dr LAZAREVIC indique que sa méthode de notation est conforme à celle établie par DICKE aux Etats-Unis d'Amérique. La note est fonction de l'importance du dégât et tient compte des organes de la plante qui sont attaqués (feuille, tige, inflorescence, épis). L'échelle s'étend de la résistance totale (note zéro) à la très haute sensibilité (note dix).

PAINTER attire à nouveau l'attention sur l'importance de pareilles études dans les recherches sur la résistance des plantes aux insectes.





ESSAI DE MISE AU POINT D'UNE MÉTHODE DE MESURE  
DE LA SENSIBILITE DES LIGNÉES DE MAÏS  
AUX CHENILLES DE LA GÉNÉRATION ESTIVALE  
DE LA SESAMIE (*SESAMIA NONAGRIOIDES* LEF.)

P. ANGLADE

Avec la collaboration technique de J. BERJON, J. C. ROBIN et M. LEVADOU

Station de Zoologie agricole, Centre de Recherches agronomiques  
du Sud-Ouest, Pont-de-la-maye (Gironde)

I. — INTRODUCTION

La Sésamie (*S. nonagrioides* LEF.) ou Noctuelle du Maïs est particulièrement répandue sur les Maïs du Sud-Ouest.

Rappelons que deux générations s'y succèdent généralement au cours de la période de végétation du Maïs. Les chenilles issues des pontes des papillons printaniers (juin), peu nombreuses, ne provoquent la perte que d'un faible pourcentage de plantes. Par contre, celles de deuxième génération, parfois abondantes (jusqu'à une moyenne de 4 chenilles au dernier stade par plante, au moment de la récolte) peuvent provoquer sur de très nombreux pieds des dégâts de plusieurs types : casse de la tige en dessous du niveau de l'épi, chute de l'épi par attaque du pédoncule, alimentation directe sur les grains.

TABLeAU I

Sensibilité de diverses lignées de Maïs à la deuxième génération  
de la Sésamie (*S. nonagrioides* LEF.) - St-Martin-de-Hinx 1953-1955.

Groupe	Lignées	% pieds attaqués	Groupe	Lignées	% pieds attaqués	Groupe	Lignées	% pieds attaqués
I	S 48	10,5	IV	Oh 51	45,2	V	S 52	62,2
				S 471	47,2		S 473	63,0
				W 23	47,5		S 43	64,1
II	S 475	19,5		S 41	48,1		S 50	66,2
				S 49	49,2		M 47	70,7
				EP 70	51,3			
III	S 57	30,8		III A	51,5			
				S 53	52,7			

N. B. — Les différences sont significatives (seuil 5 p. cent) entre deux groupes séparés par un groupe intermédiaire.

Si l'introduction des hybrides a contribué à réduire les dégâts du premier type, les tiges robustes des hybrides supportant plus facilement que celles des variétés locales la présence des chenilles, les populations larvaires y restent cependant élevées. Or, nous avons montré, par des séries d'infestations artificielles sur hybrides simples, que la présence et l'alimentation des chenilles dans la tige, même sans entraîner les accidents cités ci-dessus, provoquent des baisses de rendement sensibles atteignant parfois 10 p. 100 (ANGLADE, 1961) <sup>(1)</sup>.

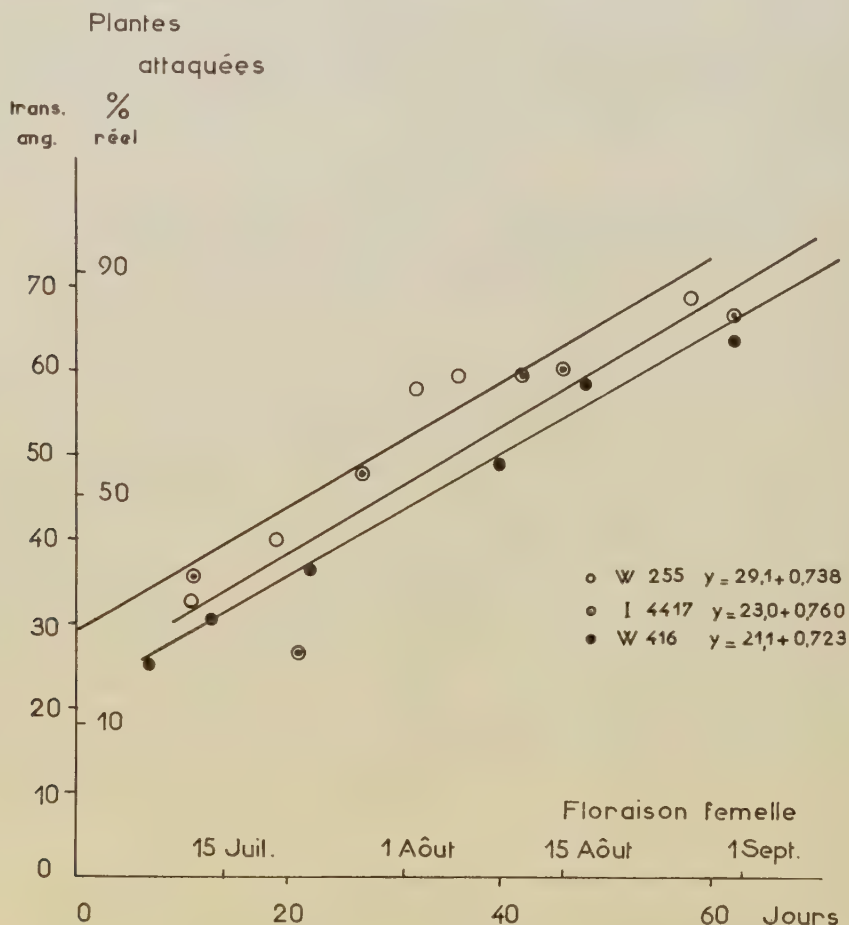


FIG. 1. — Droites de régression des pourcentages de plantes attaquées par la deuxième génération de *Sesamia nonagrioides* (transformées angulaires) sur les dates de floraison femelle de divers semis de trois hybrides doubles, cultivés à St-Martin-de-Hinx (Landes) 1953.

Les difficultés techniques et économiques de l'application de méthodes de lutte chimique nous ont orienté vers la recherche d'hybrides résistants ou tolérants à cet Insecte. De premières observations permettaient de penser que les recherches dans ce sens ne seraient pas dénuées d'intérêt.

Pendant quatre ans, en effet (1952-1955) nous avons noté, à l'automne, les pourcentages de plantes attaquées par la Sésamie sur les lignées cultivées à la Station expérimentale du Maïs de Saint-Martin-de-Hinx (Landes). Or, l'analyse <sup>(1)</sup> a permis

<sup>(1)</sup> Due à J. ARNOUX, Directeur du Service de Biométrie de l'I.N.R.A.

<sup>(2)</sup> Influence sur le rendement du maïs de l'infestation des tiges par la deuxième génération de la sésamie. A n.n. Epiph. (sans presse).



de séparer les seize lignées observées régulièrement pendant les quatre années en cinq groupes de sensibilités différentes.

En même temps, par des semis échelonnés d'un ensemble de 3 hybrides doubles, nous montrions que les différences de précocité jouent un rôle important dans l'intensité des attaques de Sésamie évaluées à la maturité du Maïs (fig. 1). Cependant, pour les lignées citées plus haut, les différences de précocité entre lignées ne peuvent

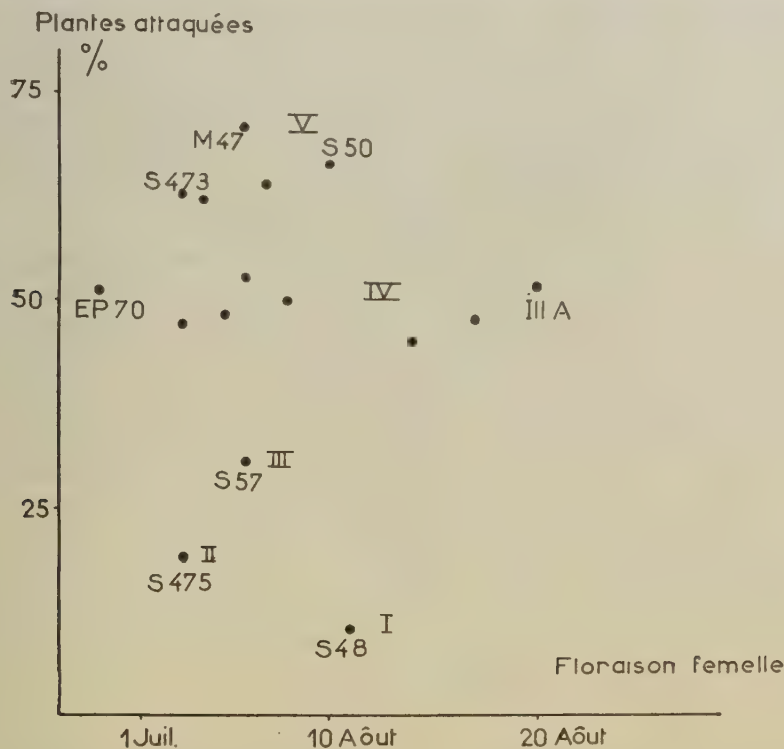


FIG. 2. — Pourcentages moyens de plantes attaquées par la deuxième génération de *Sesamia nonagrioides* sur 16 lignées cultivées à St-Martin-de-Hinx (Landes) en 1953-1955 et groupées en 5 groupes de sensibilités différentes.

expliquer l'ensemble des phénomènes constatés. On retrouve par exemple dans un même groupe des lignées de précocités très différentes (par exemple IIIA et EP 70) et des lignées voisines, fleurissant le même jour, se dispersent dans des groupes différents (S 471, S 473, S 475) (fig. 2). On doit admettre l'existence de différences réelles de sensibilité à la Sésamie chez les lignées observées.

C'est l'examen de ce phénomène global de « résistance » observable en plein champ sur des lignées qui, pour la plupart (lignées S), provenaient de sélection faite en présence d'infestation naturelle de Sésamie, qui nous a incité à mettre au point une méthode capable de mettre en évidence avec plus de précision les différences de sensibilité existant entre lignées.

Selon la classification de PAINTER, les phénomènes de « résistance » constatés en plein champ peuvent être le résultat d'un des trois mécanismes, préférence, « antibiosis » et tolérance, ou de la combinaison et de l'interaction de plusieurs d'entre eux.

Nous avons négligé le premier groupe de phénomènes, la préférence, limitée semble-t-il, dans le cas qui nous intéresse, à la préférence des femelles pour la ponte. Nous n'avons pas eu l'occasion d'observer dans la Nature le comportement de ponte des Sésamies et donc des différents caractères de la plante susceptibles de l'influencer. Mais, la répartition au hasard des attaques dans le champ pourrait laisser penser que les facteurs de cet ordre ne jouent pas un très grand rôle. D'autre part, quelques essais de laboratoire inclinent à ne pas rechercher dans ce mécanisme la source principale de résistance. En effet, nous n'obtenons pas de différence significative dans le nombre d'œufs déposés par un même nombre de femelles en proposant des Maïs à diverses formes de gaines, ou à des stades de développement différents. De plus, si en donnant aux femelles le choix entre Maïs et une autre plante à gaine (par exemple *Sasa*) on retrouve 90 p. 100 des œufs sur Maïs ; lorsqu'on fournit uniquement le *Sasa*, on obtient des pontes normales et la quantité totale d'œufs déposés est du même ordre que celle recueillie sur Maïs seul.

Dans ces conditions, et comme première étape de travail, nous avons voulu mesurer les degrés des effets d'antibiosis éventuellement manifestés par diverses lignées autofécondées, et secondairement la combinaison des effets d'antibiosis et de tolérance sur les hybrides simples résultant du croisement des lignées testées.

Ces deux mesures reposent sur l'utilisation d'une infestation artificielle. Pour la mesure des effets d' « antibiosis », on réalise ainsi au départ, sur les différentes lignées, un niveau identique de la population de l'Insecte-hôte, par apport d'un nombre d'œufs connu et constant. Après une période de durée déterminée, on examine les pourcentages de survie sur les différentes lignées testées tout en notant les effets secondaires (localisation des chenilles dans la plante, vitesse de développement des chenilles, etc...). Ce sont les valeurs relatives de ces pourcentages de survie ou leur comparaison avec celui noté sur une ou plusieurs lignées standard qui peuvent être prises comme mesures des effets d' « antibiosis ».

Pour essayer de mesurer le résultat d'effets combinés d' « antibiosis » et de tolérance, nous avons utilisé, sur hybrides simples, une infestation artificielle à doses croissantes d'œufs en notant les poids de récolte obtenue et en traçant les droites de régression du rendement sur les doses d'infestation. Là encore, les pentes des droites ou leur comparaison avec celle d'un hybride standard fournissent une mesure de l'effet final antibiosis + tolérance sur des maïs de production.

Tels sont les principes de la méthode dont nous allons exposer les détails techniques en nous bornant à son application à la mesure des effets d' « antibiosis ».

## II. — DESCRIPTION CRITIQUE DE LA MÉTHODE D'INFESTATION ARTIFICIELLE

### A. — PRODUCTION DES ŒUFS

La réalisation de séries d'essais d'infestations artificielles nécessite, dans le cas de la deuxième génération de Sésamie, un élevage capable de fournir pendant la période des essais le nombre d'œufs nécessaire. Pour diverses raisons, on ne peut compter sur des récoltes dans la nature d'individus de première génération (chrysalides par exemple), surtout si on doit réaliser des infestations échelonnées.

A partir d'une souche provenant d'une région habituellement infestée (St-Palais), nous disposons donc au laboratoire d'un élevage permanent de Sésamie. Réduit en hiver aux quelques individus assurant le maintien de la souche et servant éventuellement à des expériences en laboratoire, cet élevage est multiplié au printemps

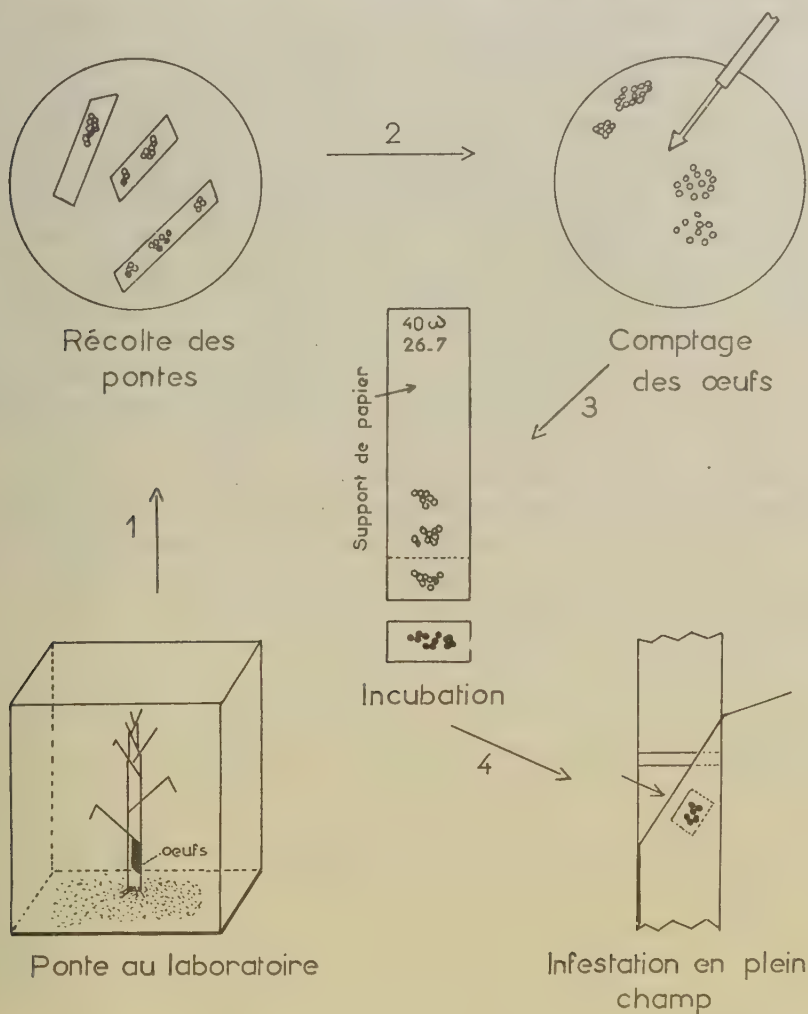


FIG. 3. — Schéma des différentes opérations de la technique d'infestation artificielle.

en ménageant des décalages dans le développement des divers groupes de chenilles, par l'utilisation de différentes températures d'élevage (par exemple : 20, 26 et 30°). Ce système permet d'obtenir, en nombre satisfaisant, les adultes nécessaires à la production des œufs sur la période d'un mois environ où s'échelonnent les infestations, période correspondant à celle de l'activité des adultes de la deuxième génération dans la nature.

L'élevage des chenilles est fait sur fragments de tiges de Maïs fraîches et renouvelées tous les 3-5 jours. Les jeunes chenilles sont placées à la naissance par lots de 10 dans des piluliers, puis dans des boîtes plastiques de 250 cc. à couvercles grillagés. Il est bon de terminer l'élevage par lots de 5 chenilles seulement. Les chrysalides sont



recueillies en tubes ou piluliers individuellement. Date de nymphose et sexe peuvent être notés sur l'étiquette et on peut également alors choisir pour les nymphes différentes températures d'élevage. Avec ce système, il faut compter sur une mortalité de 30 à 40 p. 100 et décider en conséquence du nombre de chenilles constituant chaque groupe.

En vue de la production des œufs nécessaires aux infestations, les adultes recueillis chaque matin sont lâchés dans des cages renfermant de jeunes pieds de maïs (hauteur 40 à 50 cm) remplacés tous les deux ou trois jours. Ces cages peuvent être placées, soit dans une pièce à température constante (26° ou 20°) soit dans une salle ordinaire. On assure un degré hygrométrique de l'air élevé par arrosage du sol, et on asperge les plantes avec de l'eau sucrée ou non. Dans ces conditions, nous comptons sur une production moyenne de 200 œufs environ par femelle. Ce rendement pourrait être amélioré, lorsque les conditions optima d'oviposition auront pu être définies avec précision.

Les pontes sont récoltées tous les jours, en détachant au scalpel et à la pince les lambeaux de gaine sous lesquels les pontes sont visibles et auxquels elles restent fixées. On sépare les pontes des gaines et on dilacère les pontes en formant des groupes d'œufs d'importance voulue, en opérant sur milieu humide.

Ces groupes d'œufs sont fixés sur des bandelettes de papier par un léger point de colle et sont alors placés en incubation. Au cours de celle-ci on élimine les pontes qui n'évoluent pas ou qui sont atteintes de moisissures. L'utilisation de différentes températures d'incubation permet d'obtenir une date unique d'éclosion pour tous les œufs destinés à une même expérimentation.

#### B. — TECHNIQUE D'INFESTATION

La technique même d'infestation posait divers problèmes qui ne sont d'ailleurs pas tous tranchés.

Le *nombre d'œufs* à apporter par pied, première caractéristique de l'infestation, est en effet un compromis entre le nombre permettant la plus grande survie et celui compatible avec les possibilités d'un élevage mené par une ou deux personnes. Un essai systématique apportant sur une même lignée, toutes choses égales par ailleurs, différentes doses d'œufs (20, 40, 60, 80) a permis de situer à 60 œufs la dose optimale pour le meilleur pourcentage de survie, au bout de 30 jours. D'autre part, sur une autre lignée, on a examiné à la récolte (soit après 60-70 jours) la population automnale obtenue après des infestations à doses croissantes.

Infestation	Population automnale	
—	—	—
20 œufs par pied	2,0	chenilles par pied
40 œufs par pied	4,0	—
80 œufs par pied	2,7	—

Nous avons finalement adopté dans nos essais la dose de 40 œufs. Cette quantité est évidemment faible par rapport aux pontes normales (90 œufs par ponte, en moyenne, en élevage). On remarquera cependant que cette dose permettrait les plus fortes populations automnales et serait voisine de celle donnant le plus haut pourcentage de survie au bout de 30 jours. Elle constituerait donc en principe, le plus économique système de test. D'autre part, puisque, à la température moyenne

de 20° C., la durée moyenne d'incubation est de 9 jours, dans la nature les pontes restent la proie de prédateurs éventuels ou de conditions défavorables pendant un laps de temps plus grand que par notre méthode où nous apportons les œufs prêts à éclore. En effet, dès que les premiers œufs d'une bandelette arrivent au stade « tête noire », nous procédons au dépôt des pontes.

Les bandelettes portant les œufs sont transportées dans le champ et découpées. Chaque « ponte » est placée à la pince sur un pied, entre la gaine de la feuille et la tige, dans une position rappelant celle des pontes naturelles.

On a cherché à déterminer le *niveau de la plante* devant recevoir les pontes et sur la lignée S. 41 on a comparé les niveaux de la gaine d'insertion de l'épi, et de celle de la quatrième feuille au-dessous de celle de l'épi.

	Population automnale
Niveau inférieur .....	8,1 chenilles par pied
Niveau supérieur .....	4,3 — —

C'est pourquoi, pour les lignées à tester où la hauteur d'insertion de l'épi varie du 4<sup>e</sup> au 8<sup>e</sup> nœud, nous avons choisi la gaine de la troisième feuille au-dessous de celle dont se dégage l'épi femelle.

Le choix de l'*époque d'infestation* dans son rapport avec le stade de développement du Maïs est un élément particulièrement important du problème. Nous avons, en effet, remarqué l'existence d'une relation entre le stade de développement du Maïs et la survie des chenilles de Sésamie issues d'infestations connues. La comparaison de diverses lignées à rythmes de végétation différents devenait alors difficile. Infestant à une date unique, nous infestions des plantes à divers stades de développement ; infestant séparément chaque lignée à un stade déterminé (par exemple un certain nombre de jours après la floraison femelle), nous placions l'évolution des chenilles dans des conditions climatiques différentes et compliquions le contrôle des résultats. Enfin, des difficultés théoriques semblables, doublées de difficultés pratiques, empêchent de recourir aux semis échelonnés.

Nous avons en définitive choisi d'essayer d'appliquer, sur un semis simultané de diverses lignées, trois ou quatre infestations échelonnées sur la période de floraison de l'ensemble des lignées.

Enfin, d'autres caractéristiques ne sont pas encore déterminées : par exemple, nombre de plantes par lignée, disposition du semis, etc...

### C. — CONTROLE DES RÉSULTATS

Pour la mise au point de la technique nous avons cherché à recueillir le maximum d'observations, quitte à éliminer plus tard celles considérées négligeables.

La première notation concerne le pourcentage de survie : les plantes transportées au laboratoire sont disséquées et on dénombre les chenilles retrouvées vivantes.

Au début, nous avons envisagé cet examen à la maturité du Maïs, pensant ainsi avoir un effet global et connaître le nombre de chenilles susceptibles d'arriver à un développement complet sur la plante. En outre, ce système présentait l'avantage de permettre les comparaisons des résultats avec ceux d'infestations naturelles et ceux obtenus d'hybrides simples testés également pour leur tolérance. Enfin, on pouvait assortir ce comptage de chenilles d'une notation des dégâts sur la plante.

(tige cassée, etc...). Pratiquement, opérant sur des chenilles à un stade de « repos », on disposait d'une plus grande marge de temps pour les dissections.

Mais diverses difficultés, dont la principale est l'existence de migrations des chenilles âgées, nous ont obligé à avancer la date des examens.

Il faut opérer assez tôt pour éviter les migrations et une certaine uniformisation dans les taux de survie, mais attendre cependant le résultat des pénétrations dans la tige, après la période d'alimentation aux dépens des gaines ou des épis rudimentaires (fig. 4). Nous avons donc adopté un délai de 30 à 35 jours après l'éclosion.

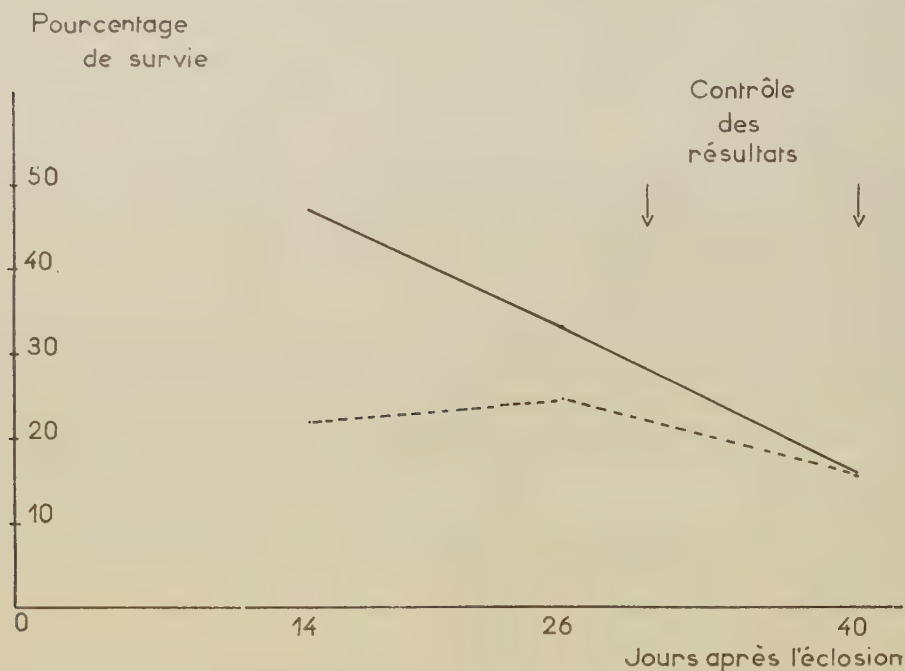


Fig. 4. — Variations en fonction du temps du pourcentage total de survie des chenilles (trait plein) et du pourcentage de survie sur les chenilles pénétrées dans la tige (pointillés) après une injection artificielle à 40 œufs par plante sur la lignée A. 312.

Au moment de la dissection, on peut procéder en outre aux diverses notations suivantes, les unes concernant la plante (hauteur d'insertion de l'épi femelle, disposition et dessiccation des gaines foliaires, hauteur totale, diamètre de la tige, etc...), les autres concernant l'insecte (par exemple localisation des chenilles retrouvées par rapport au niveau de l'infestation). En outre, les chenilles recueillies sont classées selon la valeur de leur indice céphalique ; certaines sont placées en élevage : on note le poids des prénymphe et des chrysalides et on peut éventuellement vérifier la fécondité des femelles.

L'ensemble de ces notations, non immédiatement exploitable, présente cependant l'intérêt de mettre en lumière des différences, soit de comportement des chenilles, soit d'allure de leur développement selon le matériel végétal testé et pourraient fournir des points de départ pour la recherche des causes des « résistances » dépistées par cette méthode.



## III. — PREMIÈRES APPLICATIONS

Sans entrer dans les détails de l'expérimentation réalisée et des résultats obtenus, qui seront publiés par ailleurs, nous présentons ici un exemple, d'un travail réalisé selon notre méthode.

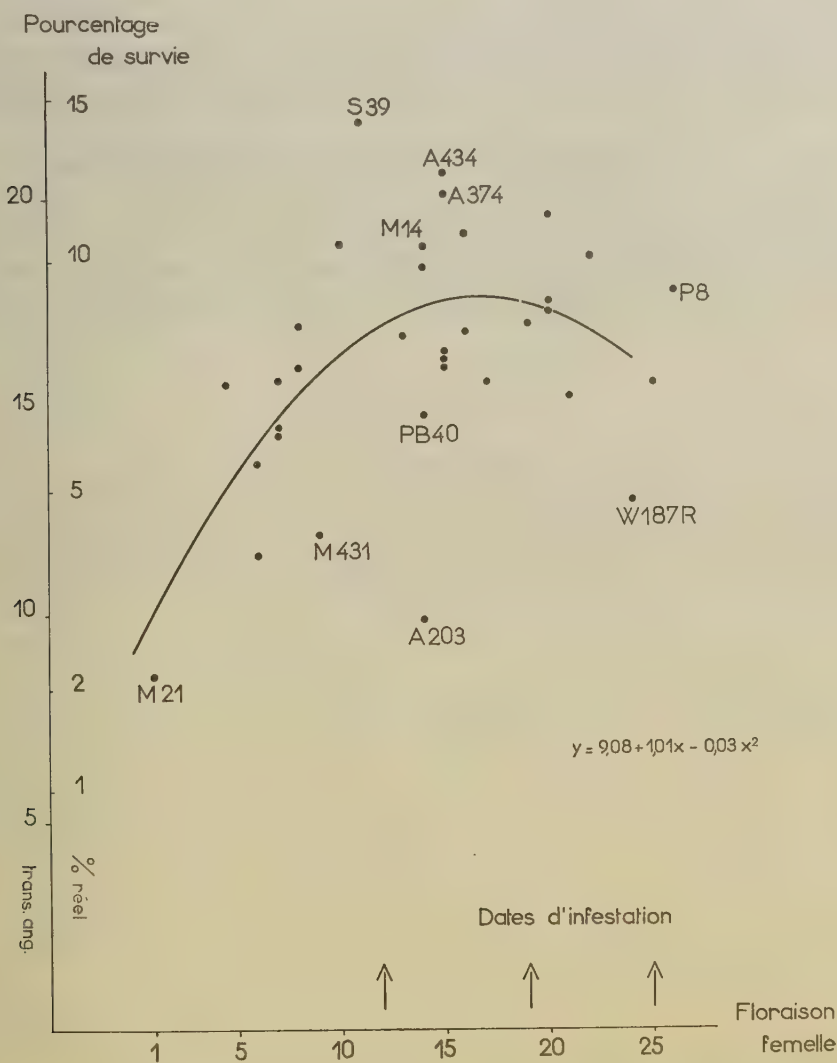


FIG. 5. — Exemple de classement des lignées de Maïs testées par infestations artificielles, en tenant compte de la régression du pourcentage de survie sur la précocité (floraison femelle notée en nombre de jours après le 1<sup>er</sup> août). Mesterrioux 1959.

En collaboration avec la Station d'Amélioration des Plantes de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier, nous avons utilisé cette méthode pour trier un certain nombre de lignées alors disponibles. Trente-sept lignées de diverses provenances, et étalées sur toute la gamme des précocités ont subi deux années de tests (1958-1959). Elles ont été semées en plein champ, avec 10 répétitions de 4 pieds chacune : ce dispositif devant éliminer au maximum les effets possibles de « résistance induite ».

Ces lignées ont reçu en 1958 une infestation unique, le 13 août, et en 1959, trois infestations les : 10, 17, et 23 août, pour une période moyenne de floraison variant du 30 juillet au 24 août.

L'examen des pourcentages de survie après 30-40 jours a montré, en 1958 pour l'ensemble des lignées, une corrélation significative entre le pourcentage de survie et la précocité (durée de l'intervalle de levée-floraison femelle). Cette corrélation se retrouve en 1959 pour chacune des trois dates d'infestation. Nous avons donc calculé la courbe de régression du pourcentage de survie sur la précocité et examiné le classement des lignées en tenant compte des écarts par rapport à cette courbe (fig. 5).

Selon ces résultats, et d'autres considérations, nous avons conservé pour une année supplémentaire de test, 5 lignées présumées « résistantes » *M.* 21, *F.* 431, *A.* 203, *PB.* 40, et *W.* 187 et 5 autres présumées « sensibles » : *S.* 39, *M.* 14, *A.* 374, *A.* 434, *P.* 8.

Ces essais complémentaires (quatre infestations du 1<sup>er</sup> août au 1<sup>er</sup> septembre) vérifieront la valeur du classement réalisé et en même temps celle de la méthode.

## DISCUSSION

Monsieur TROUVELOT précise au Professeur PAINTER qu'il existe en France deux espèces de Sésamies susceptibles de s'attaquer au Maïs : *S. cretica*, *S. nonagrioides* LEF. Par ailleurs, il indique que ces Sésamies se comportent différemment suivant qu'elles se trouvent dans le Sud-Ouest de la France ou dans la Vallée du Rhône parce que ces régions présentent des caractères climatiques nettement différents.

---

## DIFFÉRENCES VARIÉTALES DE COMPORTEMENT DANS LA NATURE DE QUELQUES MAÏS HYBRIDES VIS-A-VIS DE L'OSCINIE, *OSCINELLA FRIT* L.

J. R. LE BERRE et J. P. MOREAU

*Station centrale de Zoologie agricole,  
Centre national de Recherches agronomiques, Versailles.*

---

### I. — INTRODUCTION

À la suite des nombreuses enquêtes que nous avons pu faire dans diverses localités de France depuis 1956, il est apparu que les dommages causés aux Maïs par les Oscinies allaient en progressant d'une année à l'autre et que, pour ne pas être catastrophiques, ils n'en étaient pas moins importants dans certains cas, soit par la destruction pure et simple de la jeune plante, soit par une altération plus ou moins profonde du système foliaire, soit enfin par un abondant tallage. Les difficultés que l'on rencontre toujours dans les traitements chimiques contre les insectes endophytes jointes aux craintes de voir se développer sous l'action de ces traitements, des races d'Oscinies résistantes, ou des pullulations d'autres organismes nuisibles, nous ont conduits à examiner le comportement de quelques variétés de Maïs vis-à-vis des attaques d'Oscinies dans le but de voir si des phénomènes d'immunité ne seraient pas susceptibles d'être utilisés dans la lutte contre cet insecte. C'est d'ailleurs à des conclusions similaires que sont parvenus nos collègues de Russie, d'Allemagne orientale, de Hongrie, pays où l'intensification de la culture du Maïs se heurte fréquemment à l'action spoliatrice des Oscinies.

Ainsi, tout récemment, I. D. CHAPIRO et S. U. ZOUBKOVA (1959) après une étude rigoureuse sur les réactions de quelque cinq cents variétés de Maïs aux attaques printanières d'Oscinies, concluent à l'existence d'un nombre de variétés qui, tout en n'étant pas absolument immunes, peuvent présenter un très grand intérêt pour le sélectionneur par les caractères de résistance qu'elles paraissent nettement posséder en elles.

Le propos du présent article est d'exposer d'abord les méthodes de travail qui nous ont permis d'étudier le comportement de quelques Maïs hybrides vis-à-vis des attaques printanières d'Oscinies, ensuite les résultats obtenus au cours de trois années consécutives, enfin de discuter de la valeur du phénomène de résistance dans la lutte contre ce petit Diptère.



## II. — MATÉRIEL ET MÉTHODE DE TRAVAIL

En dépit de certaines variations d'ordres morphologique, écologique et physiologique qui peuvent être observées dans la région de Versailles (LE BERRE et CHEVIN, 1961), il est à peu près certain que l'espèce qui s'attaque aux Maïs concerne *Oscinella frit* L. Les dégâts que provoque l'asticot au cours de son développement dans la plante sont de nature très diverse et susceptibles d'évoluer dans le temps, comme cela fut déjà observé par divers auteurs (LHOLE, 1930 — BALACHOWSKY et MESNIL, 1935). Ils ont été récemment décrits de façon très précise par CHAPIRO et BATEGUINE (1957), d'une part, CHAPIRO et ZOUBKOVA (1959) d'autre part, afin de permettre une distinction rigoureuse entre plantes résistantes et plantes sensibles ainsi qu'un classement objectif des variétés de Maïs en fonction de leurs réactions aux attaques d'Oscinies. Sans être en tous points semblable à celui utilisé par les auteurs russes, notre système de notation n'en n'est pas moins assez proche : huit niveaux ont été retenus qui tiennent compte à la fois de la localisation, de l'importance et de l'évolution dans le temps du dégât :

- 0 - plante absolument saine ne portant aucune trace d'attaque ;
- 1 - feuilles légèrement marquées par des traces de morsures et de petites galeries sous épidermiques ;
- 2 - dégâts semblables à ceux décrits ci-dessus, mais plus prononcés ;
- 3 - feuille centrale présentant un léger enroulement marginal ;
- 4 - feuille centrale partiellement déformée et feuilles aux apex plus ou moins accolés entre eux ;
- 5 - feuilles très nettement altérées, mal dégagées des gaines foliaires ; cornet très déformé ; plante le plus souvent chétive ;
- 6 - plante rabougrie et très déformée, entre-nœuds courts — tallage abondant avec généralement un dépérissement assez net de la feuille centrale ;
- 7 - dépérissement total de la feuille centrale, plante en voie de disparition.

Les observations faites d'une semaine à l'autre ont montré par ailleurs que les notations 1 et 2 concernent des attaques de faible importance et déjà anciennes contre lesquelles la plante a bien réagi de telle sorte que leur incidence sur la végétation de celle-ci est pratiquement nulle, tandis que celles intéressant les niveaux 4 à 6 caractérisent une perte sinon totale, du moins considérable dans le rendement des Maïs. Le niveau 3, par contre, est susceptible d'évoluer soit en dégât faible de valeur 2, soit en dégât plus important de valeur 4, selon la variété, l'intensité de l'attaque, les conditions climatiques. Dans la comparaison des dégâts dus à l'Oscinie, nous avons convenu de tenir compte d'une part de la somme des niveaux 3 à 7 pour obtenir une valeur d'ensemble de l'attaque et, d'autre part, de la somme 4 à 7 pour définir la forme grave de cette attaque.

Les observations portent sur sept hybrides simples et cinq hybrides doubles dont la liste est donnée ci-après :

### Hybrides simples

WD × W9  
W85 × W15  
WH × WJ  
F7 × F2  
F22 × F10  
F7 × EP1  
F115 × W33

### Hybrides doubles

W240 = (WD × W9) × (W85 × W15)  
W255 = (WD × W9) × (WH × WJ)  
Inra 200 = (F7 × F2) × (WH × WJ)  
Inra 244 = (F22 × F10) × (WD × W9)  
Inra 258 = (F7 × EP1) × (F115 × W33)

Remarquons que chaque hybride simple entre dans la composition d'un ou plusieurs hybrides doubles, ce qui permettra, le cas échéant, une comparaison de l'action de chacun d'entre eux, dans l'expression de la résistance ou de la sensibilité des hybrides doubles.

Chaque essai comprend trois lignes de quarante plantes environ, réparties en trois blocs de 12 lignes, soit un total de 45 lignes. Les semis sont effectués vers le 20 Avril et la levée a lieu généralement au cours des tout premiers jours de mai, ce qui devrait normalement correspondre assez exactement à la période de sortie des Oscinies. Ces dernières ont alors la possibilité de déposer leurs œufs lorsque les Maïs ont atteint le stade « deux feuilles ». Nous verrons toutefois qu'un décalage de quelques jours dans les sorties d'Oscinies comme dans la levée des Maïs peut modifier profondément les caractères de l'attaque. Un dénombrement initial effectué environ une semaine après la levée, donne le nombre de plantes qui sont présentes au début de la ponte des Oscinies. Quatre dénombrements sont ultérieurement effectués séparés l'un de l'autre d'une semaine, ce qui permet de suivre la progression de l'attaque ainsi que l'évolution des dégâts. Dans la première semaine de juin, les plantes sont arrachées, mises en éclosoirs à 20-25°C afin de récolter les adultes et de connaître la densité des populations qui auront pu se développer au détriment de chaque variété étudiée.

Enfin, dans le but d'augmenter et de rendre plus homogène le niveau de l'infestation naturelle, des herbes fortement contaminées avaient été distribuées autour de la plantation juste avant l'éclosion des mouches, c'est-à-dire au moment même de la levée des Maïs.

### III. — COMPORTEMENT DES MAIS ATTAQUÉS PAR LES OSCINIES

En considérant ce qui se passe au cours d'une même année, il apparaît immédiatement que les différences de comportement sont suffisamment importantes entre les diverses variétés étudiées pour qu'un classement puisse être établi de façon assez précise, au moins en ce qui concerne les plantes fortement attaquées car, après analyse statistique des résultats, les différences en fonction de la variété sont toujours significatives.

Le printemps 1958 fut caractérisé d'abord par une éclosion massive fin avril des Oscinies adultes, ensuite par une ponte abondante une semaine plus tard, alors que les plantes de Maïs atteignaient à peine le stade végétatif à 2 feuilles. La violence et la soudaineté de l'attaque expliquent le caractère de gravité exceptionnelle qu'elle revêtit cette année là sur les semis à Versailles. Les dégâts furent très importants, entraînant dans de nombreux cas la mort des jeunes plantes. L'examen des données qui se trouvent rapportées dans le tableau I, montre en outre que les dommages sont allés en croissant du 19 mai au 2 juin, quelle que soit la variété et que les niveaux de l'attaque constatés à ces deux dates sur l'hybride double sont assez généralement intermédiaires entre ceux que l'on observe sur les hybrides simples dont il procède. Cela est particulièrement net chez *Inra 244* et ses parents  $WD \times W9$  et  $F22 \times F10$ , qui montrent entre eux des différences hautement significatives pour n'importe quel sens de la comparaison.

TABLEAU I

*Récapitulation des degrés d'infestation observées en 1958 à deux dates différentes.*

Variétés	Nombre total de plantes	Pourcentage atteint le 19 mai	Pourcentage atteint le 2 juin
W85.W15 .....	113	42,5	76,0
W240 .....	114	60,5	79,8
WD.W9.....	110	66,4	89,2
W255 .....	115	53,9	70,5
WH.WJ .....	106	41,5	63,3
Inra 200 .....	115	34,8	51,3
F7.F2 .....	109	20,2	34,9
F22.F10 .....	109	18,3	26,6
Inra 244 .....	103	34,0	49,6
F7.EP1 .....	98	33,6	39,8
F115.W33 .....	114	30,7	50,0
Inra 258 .....	107	29,9	34,6

L'analyse statistique des résultats d'ensemble indique que la variation due aux hybrides est hautement significative. Un premier classement a pu être établi, selon lequel les hybrides simples  $WD \times W9$  et  $W85 \times W15$ , ainsi que les deux hybrides doubles  $W240$  et  $W255$ , tous les quatre d'origine américaine, apparaissent comme très sensibles à l'Oscinie tandis que  $F22 \times F10$ , *Inra 258*,  $F7 \times F2$  et  $F7 \times EP1$  semblent présenter un réel caractère de résistance.

La contamination des Maïs et l'expression des dégâts en 1959 se trouvent dominées par le fait qu'en fin avril et début mai, les températures journalières sont restées relativement basses. Il faut en effet attendre le 5 Mai pour noter à nouveau des maximum thermiques égaux ou supérieurs à 17°C. De la sorte, l'éclosion des *Oscinies* adultes fut très échelonnée dans le temps et l'activité journalière de ponte faible pendant toute cette période.

Parallèlement, la levée des Maïs était irrégulière et la croissance des jeunes plantes ralentie. C'est ainsi par exemple que le nombre des plantes présentes dans les parcelles d'expérience, à la date du 5 Mai, diffère considérablement (10 à 80) selon la variété, et qu'il en va de même une semaine plus tard (35 à 94), en dépit d'un bon démarrage de la végétation (Fig.1). Par ailleurs, les vitesses de croissance présentent également des différences notables, *Inra 200*, *F7*, *EP1*, *Inra 244* et *F22*, *F10* se montrant les meilleurs alors que *W85*, *W15*, *W255* et *WD*, *W9* sont les plus médiocres. L'infestation des Maïs, au cours du printemps de l'année 1959 fut de ce fait lente et progressive et l'expression des dommages des plus nuancées.

TABLEAU 2

Récapitulation des niveaux d'infestation observés en 1959 à deux dates différentes.

Variétés	Nombre total de plantes le 14/5	Pourcentages d'attaques le 26/5			Pourcentages d'attaques le 3/6			Pourcentage de plantes tallées le 3/6	Nombre moyen d'IP éclos par plante
		0.1.2	3	4.5.6.7	0.1.2	3	4.5.6.7		
WD.W9 ..	178	22,5	22,0	55,5	37,1	26,4	36,5	26,4	0,71
W85.W15 ..	107	32,7	31,8	35,5	24,4	26,1	49,5	53,3	1,22
W240 .....	273	38,1	24,9	37,0	40,3	28,6	31,1	37,7	0,93
WH.WJ ..	176	52,8	35,8	11,4	51,0	34,6	14,3	2,3	0,35
W255 .....	106	39,6	31,2	29,2	39,6	32,0	28,3	8,5	0,12
F7.F2 ....	234	53,4	37,2	9,4	58,0	29,1	12,9	2,6	0,52
Inra 200 ..	290	66,9	29,0	4,1	54,8	33,8	11,4	3,8	0,50
F22.F10 ..	237	72,1	27,4	0,4	57,4	37,0	5,5	2,6	0,42
Inra 244 ..	277	48,0	38,6	13,4	50,5	36,1	13,4	7,2	0,59
F7.EP1 ...	278	69,4	25,9	4,7	71,5	19,1	9,4	0,7	0,19
F115.W33.	234	66,6	26,5	6,8	62,8	29,5	7,7	1,3	0,50
Inra 258 ..	166	59,0	32,6	8,4	65,0	27,7	7,2	2,4	0,33

Les plantes les plus fortement touchées ne dépérissent pas complètement, au contraire de ce qui était arrivé en 1958, mais présentèrent dans de nombreux cas un abondant tallage. L'analyse statistique <sup>(1)</sup> des résultats rendue absolument obligatoire à cause de la forte variation du nombre des plantes selon la variété et de l'aspect même des dégâts, permet en outre de formuler les conclusions suivantes :

1. — Les différences entre les nombres de plantes de chaque variété sont significatives, ainsi d'ailleurs que les différences entre les nombres de plantes attaquées ;
2. — les différences entre nombres de plantes attaquées disparaissent presque si on les corrige par les nombres de plantes présentes dans les parcelles, ce qui signifie

<sup>(1)</sup> L'analyse statistique des résultats d'observation recueillis au cours des années 1959 et 1960 est due à notre collègue J. ARNOUX, Chef du service de Biométrie de l'INRA, à qui nous adressons nos plus vifs remerciements.



que l'attaque dépend non de la variété en elle-même, mais du nombre des plantes présentes au moment de l'attaque. Plus celui-ci est élevé, plus il y a de plantes infestées.

3. — les différences entre plantes très attaquées sont également significatives.

4. — l'étude de la régression entre les nombres de plantes très attaquées, de plantes attaquées et de plantes totales dans les parcelles montre que la liaison « très attaquées » — « totales » disparaît si l'on a déjà tenu compte de la liaison « très attaquées » — « attaquées ».

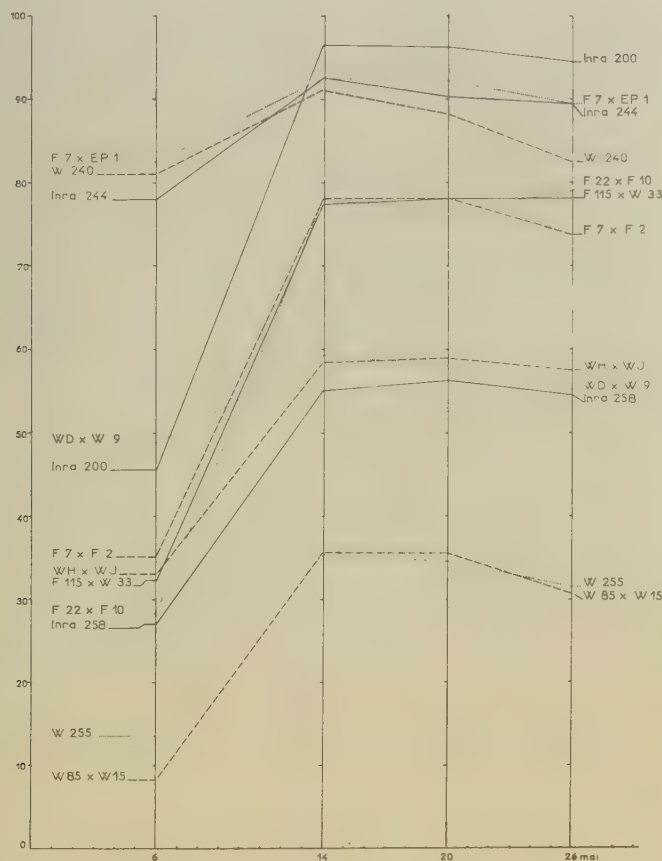


FIGURE N° 1 — Variation du nombre moyen des plantes de maïs présentes au cours de l'essai de comportement vis à vis de l'oscinie — Versailles 1959.

5. — les différences entre plantes très attaquées corrigées par les différences entre plantes attaquées conduisent à une augmentation de la signification des différences entre plantes très attaquées, ce qui signifie que les nombres des plantes très attaquées dépendent :

a) des différences d'attaque (soit encore du nombre total de plantes) ;

b) de la nature variétale des plantes.

Le classement établi à la suite des corrections dues à l'analyse est comparable, à quelques exceptions près, à celui obtenu à la suite des observations faites en 1958. C'est ainsi que les plus endommagés par les Oscinies sont à nouveau *WD.W9*, *W85*, *W15*, *W240*, *W255* tandis que *F7.EP1*, *F7.F2* et *F22*. *F10* se sont bien comportés.

En 1960, l'éclosion des Oscinies adultes, très précoce dans la nature, eut lieu principalement entre les 20 et 25 Avril, eu égard à la forte insolation qui caractérise cette période. Mais le brusque rafraîchissement qui suivit fut particulièrement défavorable à la maturation sexuelle des Mouches ainsi qu'à la ponte, ce qui s'est soldé par une attaque relativement faible des plantes. Celles-ci subirent en outre des dommages très importants de la part des moineaux et des mulots, de telle sorte que l'ana-

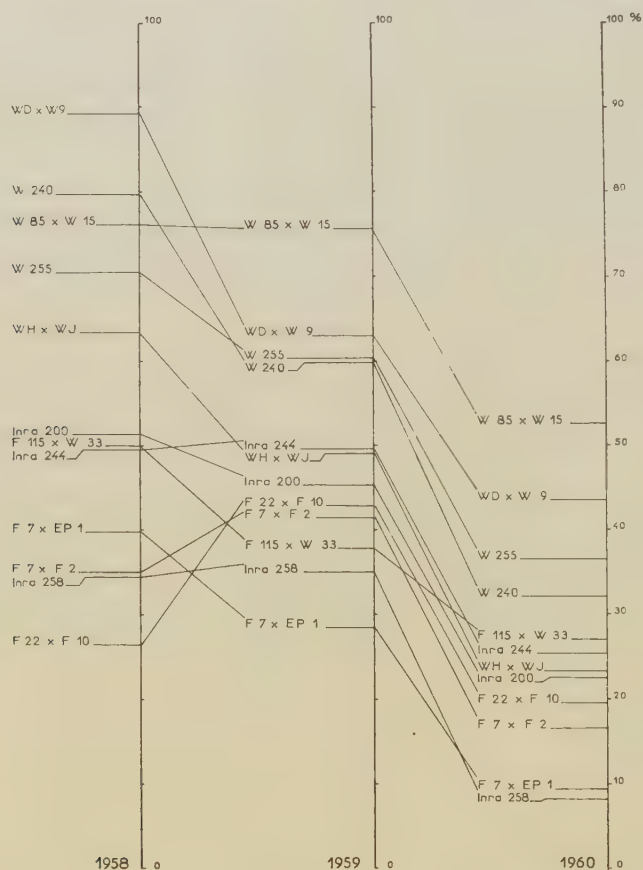


FIGURE N° 2. Classements en 1958, 1959, 1960, selon les pourcentages d'attaque

lyse statistique des résultats ne permet pas de formuler des conclusions aussi précises qu'en 1959. Deux faits nous paraissent cependant dignes d'intérêt :

1° les différences selon la variété entre plantes très attaquées sont significatives et le classement des hybrides, établi en fonction de leur comportement vis-à-vis de l'Oscinie rappelle de très près celui des deux années antérieures, à savoir que *W240*, *W85.W15*, *W255* et *WD.W9* se montrent à nouveau les plus attaquées, tandis que *F7.F2*, *F7.EP1*, *F22.F10* et *Inra 258* sont les moins endommagés.

2° Le nombre des plantes attaquées est fonction de la variété et non plus, comme en 1959, du nombre total de plantes présentes au moment de la contamination. Cette contradiction peut toutefois s'expliquer si l'on tient compte, d'une part des conditions climatiques sous lesquelles la maturation sexuelle et l'oviposition ont eu lieu, d'autre part, du comportement de ponte de l'Oscinie. On sait en effet que le phénomène de l'oviposition peut revêtir dans certains cas très favorables le caractère

d'un « impératif ». On peut alors se demander si le fait de trouver en 1959 des conditions de milieu très favorables à la maturation des ovocytes n'a pas amené les femelles à pondre sur n'importe quel type de plante (pressées qu'elles étaient de déposer leurs œufs), au contraire de ce qui eut lieu en 1960 du fait même des mauvaises conditions de température. Il est bien évident qu'une explication définitive ne saurait être donnée en dehors d'une expérimentation rigoureuse au laboratoire.

La comparaison des résultats obtenus en fonction de l'année montre, qu'en dépit des variations considérables dans les niveaux de l'attaque, comme dans les conditions climatiques, les réactions propres à chaque variété sont sensiblement constantes de telle sorte que le classement des hybrides établi en fonction de leur comportement à l'égard de l'Oscinie, diffère seulement par quelques détails d'une année à l'autre. Les

TABLEAU 3

*Récapitulation des niveaux d'infestation observés en 1960 à deux dates différentes.*

Variété	Nombre total des plantes le 14/5	Pourcentages d'attaques le 26/5			Pourcentages d'attaques le 3/6			Pourcentage de plantes tallées le 3/6
		0.1.2	3	4.5.6.7	0.1.2	3	4.5.6.7	
WD.W9 .....	76	30,3	30,3	39,4	56,5	18,4	25,0	21,1
W85.W15 .....	95	20,0	40,0	40,0	47,3	12,6	40,0	36,8
W240 .....	143	23,1	51,0	25,9	67,9	20,8	11,3	20,3
WH.WJ .....	163	47,2	40,5	12,3	76,6	18,4	4,9	2,5
W255 .....	178	36,4	42,1	21,4	63,4	24,8	11,8	11,8
F7.F2 .....	158	42,3	44,3	13,3	83,4	10,1	6,5	2,5
Inra 200 .....	205	48,3	43,9	7,8	77,6	14,1	8,3	5,6
F22.F10 .....	178	39,9	52,7	7,3	80,5	13,3	6,1	4,9
Inra 244 .....	198	44,4	43,9	11,6	74,6	19,7	5,6	5,1
F7.EP1 .....	151	50,3	41,0	8,6	90,8	7,2	2,0	3,3
F115.W33 .....	165	43,0	42,4	14,5	72,8	18,1	9,0	6,2
Inra 258 .....	200	67,5	25,5	7,0	91,6	5,9	2,5	1,0

TABLEAU 4

*Récapitulation des pourcentages d'attaque aux premiers jours de Juin en 1958, 1959 et 1960 (niveaux 3, 4, 5, 6, et 7)*

Variété	1958	1959	1960
WD.W9 .....	89,2	62,9	43,4
W85.W15 .....	76,0	75,6	52,6
W240 .....	79,8	59,7	32,1
WH.WJ .....	63,3	48,9	23,3
W255 .....	70,5	60,3	36,6
F7.F2 .....	34,9	42,0	16,6
Inra 200 .....	51,3	45,2	22,4
F22.F10 .....	26,6	42,5	19,4
Inra 244 .....	49,6	49,5	25,3
F7.EP1 .....	39,8	28,5	9,2
F511.W33 .....	50,0	37,2	27,1
Inra 258 .....	34,6	34,9	8,4



classements obtenus lors des trois années sont fournis par la figure 2, établie grâce au tableau 4. En outre, ce classement n'est pas sans rappeler celui déterminé en fonction de la résistance au froid par nos collègues de l'Amélioration des Plantes. Une exception cependant concerne l'hybride simple *W85.W15* dont la résistance au froid est bonne mais qui se montre très sensible à l'Oscinie.

#### IV. — POSSIBILITÉS DE MULTIPLICATION DES OSCINIÈS EN FONCTION DE LA VARIÉTÉ

La récolte des jeunes Maïs, juste avant que les larves d'Oscinies se transforment en pupes, et la mise en éclosoirs des plantes par variété ont permis en 1959 d'avoir une première idée du nombre d'asticots responsable des dommages éprouvés par les plantes, ainsi d'ailleurs que des possibilités de développement trouvées par les Oscinies en fonction de la variété (Tableau 2). Or il apparaît que l'importance des dégâts subis n'est pas obligatoirement fonction du nombre d'insectes qui vivent aux dépens de la plante, ce qui signifie en d'autres termes que la tolérance des Maïs à l'égard de l'action spoliatrice des asticots est très variable d'un hybride à l'autre. Cela est particulièrement net si l'on s'arrête aux cas présentés d'abord par *W255* qui, bien que parmi les plus endommagés, héberge une très faible population d'Oscinies, ensuite par *F7.F2* qui au contraire du premier présente une bonne résistance malgré un niveau de population relativement élevé. Il est évidemment regrettable que la nymphose très précoce des Oscinies en 1960 n'ait pas permis de vérifier les résultats obtenus en 1959. Il y a lieu toutefois d'attirer l'attention sur le fait que dans les conditions du laboratoire les jeunes Maïs présentent pareillement une tolérance qui s'avère être en étroite dépendance avec la variété, mais les conditions de croissance très particulières que trouvent les plantes au laboratoire, sous éclairage continu et sans variations de la température, ne leur permettent pas de se comporter comme dans la nature. Il n'en demeure pas moins qu'on peut admettre d'une façon assez générale la conclusion selon laquelle de forts dommages ne sont pas forcément le signe d'un niveau élevé d'infestation, et que, réciproquement, des plantes peuvent héberger un grand nombre d'individus sans en être profondément affectées pour autant.

#### V. — DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les observations faites au cours de trois années consécutives portent sur douze variétés de Maïs comprenant trois hybrides simples et deux hybrides doubles américains, un hybride simple issu d'un croisement entre une lignée française et une lignée américaine, trois hybrides simples européens, et trois hybrides doubles provenant de croisements entre hybrides simples américains et hybrides simples européens. Elles étaient destinées, en tout premier lieu, à voir dans quelle mesure une notation précise de dégâts causés aux Maïs par les Oscinies, dans les conditions de la nature, pouvait permettre la mise en évidence de variétés sensibles et de variétés résistantes à ces petits diptères. Plusieurs conclusions peuvent être dégagées dès maintenant de cette première série d'essais.

1. — Le système de notation utilisé ici, qui se trouve être d'ailleurs très voisin de celui des auteurs Russes, permet de suivre de façon satisfaisante les réactions des plantes infestées par les Oscinies, et de reconnaître, corrélativement, des variétés plus sensibles ou plus résistantes que d'autres. D'une façon générale, les hybrides simples d'origine américaine se montrent toujours plus sensibles à l'Oscinie que les hybrides simples d'origine européenne, l'hybride simple franco-américain occupant le plus souvent une place intermédiaire. Par voie de conséquence, les hybrides doubles américains sont plus sensibles que les hybrides doubles dans lesquelles entre un hybride simple d'origine européenne. Il y a lieu de signaler à ce sujet que la position finale des hybrides doubles, déterminée après sommation des résultats des trois années consécutives, est en étroite relation avec celle occupée par les hybrides simples dont ils procèdent. Tout se passe en fait comme si l'hybride américain et l'hybride européen apportaient respectivement un caractère de sensibilité et un caractère de résistance aux Oscinies. Cela est particulièrement net pour *Inra 244* et *W255*.

2. — Les différences de comportement que l'on observe entre variétés américaines et variétés européennes peuvent être le résultat d'une sélection naturelle occasionnée par la présence quasi-continue en Europe de foyers d'Oscinies dont l'agressivité à l'égard des Maïs est des plus accusées, au contraire de ce qui se passe en Amérique. Cela nous paraît d'ailleurs aller de pair avec la constance de réaction et de comportement d'une année à l'autre de chaque variété de Maïs soumise aux attaques printanières d'Oscinies, alors que les conditions climatiques, les caractères de végétation des jeunes plantes, la nature de la contamination sont des plus variables.

3. — Les résultats d'observation recueillis au cours de ces trois années ne permettent pas de dire si les Oscinies effectuent un choix variétal au moment de pondre. Ils montrent d'ailleurs plus probablement, que les conditions internes des Oscinies, elles-mêmes étroitement liées aux caractères actuels du climat, commandent, en partie au moins, le comportement de ponte. Les différences de résistance et de sensibilité observées chez les Maïs ne peuvent donc s'expliquer en fait que par des phénomènes de *Tolérance* ou d'*Antibiosis* particuliers à chaque variété et c'est donc parmi eux qu'il y a lieu de rechercher des facteurs de résistance. Nous avons vu que les jeunes plantes de certaines variétés comme *F7*  $\times$  *F2* sont capables d'héberger une assez forte population d'Oscinies sans en être particulièrement affectées. Il reste à préciser si cette tolérance élevée est due à une localisation particulière des asticots ou à une très grande faculté de réparation de la jeune plante. Il est très probable que la rapidité de croissance de la plante constitue d'ailleurs un moyen important de lutte de celle-ci contre l'action spoliatrice des asticots, comme le montre l'étroite relation qui existe entre la résistance au froid des Maïs et leur résistance aux Oscinies.

En ce qui concerne les facteurs d'*Antibiosis*, les observations que l'on effectue dans la nature ne permettent pas leur étude précise, car le fait qu'une plante soit demeurée indemne peut ressortir aussi bien d'une absence de ponte sur elle que d'une mortalité de la totalité des asticots peu après leur éclosion. Il suffit d'ailleurs qu'une variété mette plus de temps qu'une autre à lever pour que le niveau de son attaque soit ou plus élevé, ou plus bas, selon la date à laquelle l'activité de ponte des Oscinies aura été maximale. En outre, à moins d'admettre que les variétés reçoivent sensiblement un même nombre moyen d'œufs, ce qui n'est pas forcément le cas, ainsi que nous l'avons vu plus haut, il est impossible de fixer avec certitude le taux de survie des larves d'Oscinies en fonction de la variété. D'où la nécessité, d'abord de chercher

à cultiver le Maïs sous des conditions aussi constantes que possible afin de limiter au maximum les aléas dûs aux différences de vitesse de croissance, puis de contaminer artificiellement les plantes parvenues à un même stade végétatif par dépôt d'un nombre connu d'œufs, enfin, de protéger efficacement ces plantes de toute nouvelle infestation. Une telle méthode, décrite ailleurs (LE BERRE et VIJVERBERG, 1961), a donné des résultats assez satisfaisants dès le départ pour qu'elle soit définitivement adoptée après certaines modifications qui sont actuellement à l'étude.

5. — En définitive, ainsi que le signalent CHAPIRO et ZOUBKOVA, on ne connaît pas actuellement de variétés de Maïs qui soient totalement immunes vis-à-vis des Oscinies, mais certaines possèdent indiscutablement des facteurs de résistance dont le sélectionneur doit pouvoir tirer parti.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALACHOWSKY A., MESNIL L., 1935. Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Vol. I, Paris.  
 LE BERRE J. R., CHEVIN H., Caractères de l'apparition et étude biologique des populations d'*Oscinella pusilla* MEIG. dans le Bassin Parisien. *Bull. Soc. Ent. France* (en préparation).  
 LE BERRE J. R., VIJVERBERG A. 1961. Recherche d'une méthode d'étude du comportement des Maïs vis-à-vis des Oscinies. *Ann. Epiphyties*, **12**, 453-460.  
 CHAPIRO I. D., BATEGUINE N. F., 1957. Données méthodologiques sur l'évaluation de l'infestation des Maïs par la mouche de Suède. *V. I. Z. R. L.*  
 CHAPIRO I. D., ZOUBKOVA S. V., 1959. Etude des collections de Maïs sous l'angle de leur comportement vis-à-vis de la mouche de Suède. *B. Vses. Inst. Rast.*, n°6, 41-46.  
 LHOE M., 1930. Beobachtungen über Aenderungen im Habitus an von Fritfliegen befallenen Maispflanzen. *Z. Pflanzenkr. u. Pflanzenschutz*, **40**, 137-143.
-



## COMPORTEMENT DE DIVERSES GRAMINÉES A L'ÉGARD DE L'OSCIINIE ET VARIATIONS MORPHO- LOGIQUES DE CELLE-CI EN FONCTION DU SUBSTRATUM ALIMENTAIRE.

J. R. LE BERRE et H. CHEVIN

*Station centrale de Zoologie agricole,  
Centre national de Recherches agronomiques, Versailles*

---

### I. — INTRODUCTION.

Il peut être maintenant admis de façon définitive que l'Oscinie est capable de présenter des variations dans sa morphologie larvaire ainsi que dans la pigmentation de l'adulte en fonction de la plante-hôte d'une part, des conditions climatiques sous lesquelles son développement s'est déroulé d'autre part (ROOS 1937, SELIVANOVA 1951, KARPOVA 1956, LE BERRE 1959).

Mais il reste à préciser dans quelles limites de telles variations d'ordre morphologique et pigmentaire peuvent apparaître au sein de populations naturelles d'Oscinie vivant aux dépens des céréales. C'est ce que nous nous proposons de rapporter ici en indiquant parallèlement comment se comportent diverses espèces végétales soumises à une infestation printanière naturelle d'Oscinie, et quelles sont les possibilités de développement que trouvent les Oscinies sur ces plantes hôtes. Ce faisant, nous essaierons de voir si les nouvelles données ainsi acquises peuvent servir à expliquer, dans une certaine mesure au moins, l'hétérogénéité biologique qui caractérise généralement les populations naturelles d'insectes, ainsi que la naissance des sous-espèces, races, accommodats, etc... dans les conditions de la nature.

### II. — MATÉRIEL ET MÉTHODES.

Treize espèces de Graminées appartenant aux genres *Avena*, *Hordeum*, *Secale*, *Triticum* sont contaminées dans les conditions de plein champ par des populations naturelles printanières d'Oscinies. Le dispositif d'expérimentation comporte quatre blocs de treize rangs chacun (une espèce végétale par rang), ceux-ci étant espacés entre eux de 20 centimètres. Soixante graines sont semées par rang à raison d'une graine tous les trois centimètres. (Fig. 1). Les semis sont effectués au début du mois d'Avril, quelle que soit l'année. Ainsi, les jeunes plantes commencent à sortir de terre une quinzaine de jours plus tard et, en dépit de vitesses de croissance différentes entre les espèces végétales d'une part, entre les graines d'une même espèce d'autre part, la majorité des plantes atteint les stades 2 à 4 feuilles au moment où les Oscinies sont prêtes à pondre dans la nature, c'est-à-dire vers le 10 mai de chaque année à Versailles comme l'ont montré les observations annuelles effectuées dans cette localité depuis 1956.

Pour chaque bloc, la distribution des espèces végétales est tirée au sort afin de pouvoir, le cas échéant, soumettre les résultats à l'analyse statistique.

Par ailleurs, dans le but de protéger efficacement le semis, puis les jeunes plantes, contre l'action isolée ou combinée des oiseaux, petits rongeurs, limaces, des filets sont tendus au-dessus des parcelles expérimentales tandis que pièges et appâts empoisonnés sont déposés à même le sol.

Enfin, peu après la levée de terre, mais avant le début de la contamination, un éclaircissage est effectué de manière à ne laisser en place que 40 plantes par rang. On visite alors journellement le dispositif ainsi préparé et dès l'apparition des premiers symptômes de l'attaque des jeunes plantes

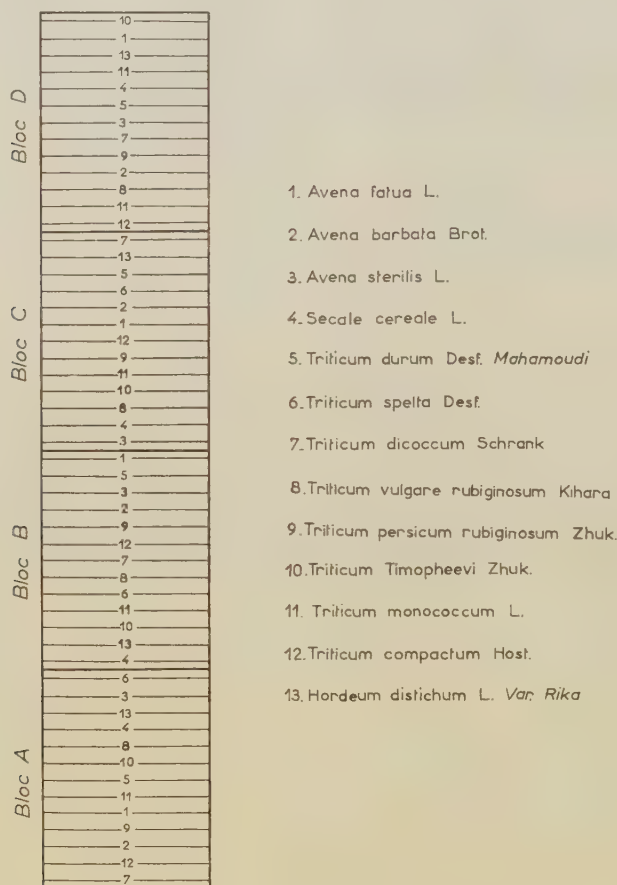


FIGURE N°1. Distribution des Graminées pour l'étude de comportement vis à vis d'une population printanière d'oscinies. Versailles 1960.

par l'Oscinie (début de jaunissement de la feuille centrale) une première série de notations est faite, portant sur le nombre total de plantes par rang, le nombre de tiges saines et de tiges attaquées par plante. Un second dénombrement est effectué 8 à 10 jours plus tard lorsque les dégâts sont devenus très apparents. Enfin, dans les derniers jours de Mai, c'est-à-dire lorsque les Oscinies sont prêtes à se nymphoser, une dernière notation est faite avant de procéder à l'arrachage des plantes. Celui-ci est exécuté de telle sorte que pour chaque rang, systématiquement une plante sur deux soit examinée et disséquée au laboratoire tandis que l'autre est mise en éclosoir à une température qui peut varier entre 20 et 25°C. Les larves récoltées à partir des dissections sont groupées en fonction de la plante-hôte et examinées sur le vivant à la loupe binoculaire. Elles subissent ensuite une préparation qui est destinée à mettre en relief les structures spiculaires ventrales tout en permettant une bonne conservation du matériel entre lame et lamelle. (LE BERRE et CHEVIN, 1961).

Quant aux adultes qui sortent des éclosoirs, ils sont groupés dans des tubes par origine et par date d'éclosion, et laissés ainsi à eux-mêmes jusqu'à leur mort. Ils sont alors placés dans de l'alcool à 70° jusqu'à leur examen sous la loupe binoculaire. Entre temps il est vérifié qu'un séjour prolongé

dans l'alcool n'altère pas la pigmentation des tibias. Les résultats de ces observations sont introduits dans des tableaux de contingence d'abord construits selon les notations de ROOS. (J. R. LE BERRE 1959), puis simplifiés afin d'éliminer les cas litigieux et de tenir compte des particularités pigmentaires des Oscinies récoltées à Versailles.

### III. — DIFFÉRENCES OBSERVÉES DANS LE COMPORTEMENT DE PLUSIEURS ESPÈCES DE GRAMINÉES VIS-A-VIS D'UNE ATTAQUE PRINTANIÈRE D'OSCINIES.

Les observations relatives à la végétation des plantes, faites en 1959 et en 1960 montrent qu'il peut exister des différences très grandes dans la vitesse de croissance d'une part, le tallage d'autre part, pour une même espèce végétale, (tableau I).

TABLEAU I

*Végétation comparée des espèces examinées le 23 Mai 1959,  
soit 15 jours après le début de la ponte des Oscinies.*

Espèces végétales examinées	Hauteur en cm	Nombre moyen de tiges	Nombre de feuilles par tige
<i>Secale cereale</i> .....	25-30	5,0	3 à 4
<i>Triticum persicum rubiginosum</i> ..	18-20	5,6	3 à 4
<i>Triticum compactum</i> .....	17-18	5,2	3 à 4
<i>Hordeum distichum</i> .....	15-17	7,8	3 à 4
<i>Triticum spelta</i> .....	15-17	6,7	4
<i>Triticum vulgare rubiginosum</i> Ki- hara .....	15-17	6,4	3
<i>Triticum dicoccum</i> .....	14-17	6,1	3
<i>Triticum Timopheevi</i> .....	12-15	6,0	3
<i>Avena fatua</i> .....	12-15	4,6	3
<i>Triticum durum Mahamoudi</i> .....	12-14	5,8	3
<i>Triticum monococcum</i> .....	10-12	6,1	3 à 4
<i>Avena sterilis</i> .....	8-11	3,5	2 à 3
<i>Avena barbata</i> .....	4-5	4,1	3

Toutefois, si de telles différences peuvent être à l'origine de réactions très particulières des plantes infestées, selon l'espèce à laquelle elles appartiennent, elles ne sauraient intervenir de façon importante au moment même de la contamination naturelle, celle-ci se situant principalement dans nos essais lorsque la jeune plante n'a pas encore tallé et que la seule tige qui existe porte seulement 2 à 4 feuilles.

Par ailleurs, il est bien évident que les différences dans la végétation d'une même espèce peuvent aussi apparaître d'une année à l'autre, et sont capables d'apporter dans le comportement de cette espèce des variations notoires dont il faudra tenir compte au moment de la discussion des résultats.

Si, comparativement au nombre total de plantes, le nombre de plantes attaquées ne donne guère de résultats intéressants puisque compris entre 70 et 100 p. 100, il en va tout autrement de la comparaison entre le nombre de tiges attaquées et le nombre total de tiges ainsi que le montre la figure 2 A.



En effet, l'examen des pourcentages de tiges saines et de tiges attaquées, calculés d'après le nombre total de tiges permet de dégager les trois faits suivants :

— Il n'y a aucune relation entre le nombre de tiges présentes et le nombre de tiges attaquées.

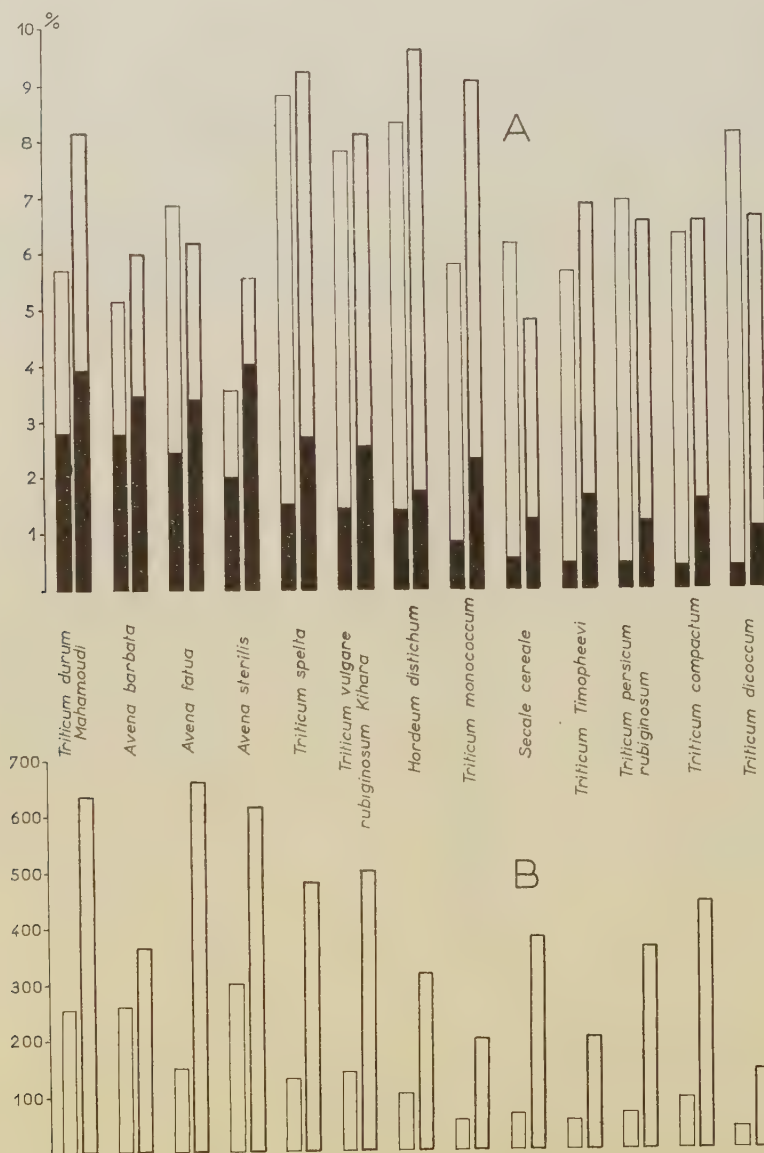


FIGURE N° 2 -

- A. Pourcentages de tiges saines en 1959  $\square$ , en 1960  $\square$  et pourcentages de tiges attaquées  $\blacksquare$  calculés d'après le nombre total de tiges.  
 B. Densité moyenne pour 100 plantes d'Oscinies récoltées en 1959  $\square$  et en 1960  $\square$ .

— La variation paraît essentiellement due à l'espèce végétale et cela même d'une année à l'autre. Le niveau de l'attaque est certes dans tous les cas supérieur en 1960 à ce qu'il était en 1959, mais d'une manière générale l'ordre de classement est sensiblement le même.

Compte tenu de l'éloignement systématique des genres il est bien entendu difficile, sinon impossible, de conclure quant à la signification de ces différences d'attaques, si ce n'est que doivent intervenir à la fois des questions de comportement de ponte de l'Oscinie (puisque en fait il y avait compétition dans la nature), de faculté de développement de celle-ci au détriment de l'espèce végétale, c'est-à-dire en d'autres termes des variations de qualité alimentaire de la plante-hôte, enfin de la tolérance même de la plante et de ses caractères de croissance.

Ce premier résultat peut être intéressant ; toutefois pour être plus précis, il devra comprendre une étude sur des plantes isolées non soumises à la compétition, car celle-ci en permettant un choix de la part de l'Oscinie pour la ponte, ne renseigne pas totalement sur les possibilités intrinsèques de résistance.

#### IV. — DENSITÉ DES POPULATIONS D'OSCIINIES EN FONCTION DE LA PLANTE-HÔTE.

La dissection au laboratoire des plantes récoltées dans la nature et le relevé quotidien des sorties d'adultes en éclosiers donnent, pour chaque espèce et dans chacun des quatre blocs, la densité de population qui s'est développée à la suite de l'infestation printanière (fig. 2 B et tableau 2).

TABLEAU 2

*Densité des populations d'Oscinies relevée en fonction de la plante-hôte et de l'année.*

	Densité des populations d'Oscinie					
	par plante de la même espèce		par tige de la même espèce		par tige attaquée de la même espèce	
	1959	1960	1959	1960	1959	1960
<i>Avena sterilis</i> .....	3,01	6,17	0,85	0,82	1,54	1,14
<i>Avena barbata</i> .....	2,60	3,66	0,62	0,42	1,15	0,74
<i>Avena fatua</i> .....	1,50	6,61	0,33	0,74	0,91	1,35
<i>Hordeum distichum</i> .....	1,05	3,16	0,13	0,25	0,78	1,36
<i>Secale cereale</i> .....	0,63	3,80	0,12	0,56	1,43	2,15
<i>Triticum durum</i> Mahamoudi ...	2,55	6,37	0,44	0,57	0,90	1,20
<i>Triticum vulgare rubiginosum</i> Ki-hara .....	1,40	5,10	0,22	0,45	1,18	1,46
<i>Triticum spelta</i> .....	1,34	4,81	0,19	0,35	1,13	1,28
<i>Triticum compactum</i> .....	0,90	4,41	0,17	0,48	2,55	1,99
<i>Triticum persicum rubiginosum</i> ..	0,64	3,20	0,11	0,36	1,73	1,97
<i>Triticum monococcum</i> .....	0,53	2,05	0,07	0,16	0,48	0,65
<i>Triticum Timopheevi</i> .....	0,50	2,00	0,08	0,21	1,02	0,89
<i>Triticum dicoccum</i> .....	0,36	1,42	0,07	0,16	1,22	0,95

Il apparaît tout d'abord que le niveau de l'infestation en 1960 ayant été nettement supérieur à celui de 1959, il existe des différences assez marquées en ce qui concerne le nombre moyen d'insectes par plante entre ces deux années, de telle sorte qu'il est impossible d'établir un classement définitif dans l'aptitude de la plante

à héberger l'Oscinie, contrairement à ce qui est observé quant au niveau de l'attaque. Il y a lieu néanmoins de remarquer que parmi les plantes les plus infestées se trouvent toujours : *Avena sterilis*, *Avena fatua* et *Triticum Mahamoudi*, alors que *Triticum monococcum*, *Triticum Timopheevi* et *Triticum dicoccum* constituent le groupe des espèces peu contaminées.

Il n'est évidemment guère possible, dans l'état actuel de nos recherches, de donner les raisons de ces différences. Celles-ci pourront peut-être ressortir d'une expérimentation précise au laboratoire que nous avons commencée et qui se propose pour chacune des espèces de graminées citées ci-dessus, d'une part d'étudier le comportement de ponte des femelles d'Oscinies, d'autre part de suivre la destinée des larves fraîchement écloses.

Signalons en passant qu'en ce qui concerne *Triticum Timopheevi*, le faible niveau de l'infestation peut être dû à la très forte pilosité des feuilles et des tiges qui caractérise cette espèce. Dans ce cas, la présence de nombreux poils pourrait être un obstacle soit au dépôt des œufs, soit encore à l'implantation des jeunes larves.

Enfin, en rapportant le nombre d'insectes récoltés au nombre de tiges attaquées pour chaque espèce végétale expérimentée, on peut espérer exprimer de cette manière la sensibilité ou la tolérance de la plante. Cela est en effet possible, car à aucun moment, la totalité des tiges ne se trouve détruite, même dans le cas des plus fortes attaques. Le maximum est atteint par *Avena sterilis* (55 p. 100 en 1959 et 73 p. 100 en 1960 de tiges attaquées) et le minimum par *Triticum dicoccum* (5 p. 100 en 1959 et 17 p. 100 en 1960). Il est bien évident qu'étant donné les facultés de migration des larves d'Oscinies d'une tige à une autre, la rareté des adultes ne peut être due à une mortalité larvaire provoquée par une sous-alimentation quantitative. Cet artifice de calcul donne alors un classement qui diffère notablement des précédents et montre qu'il y a une liaison étroite entre l'absence de tolérance et une faible végétation de la plante. Il est en outre intéressant de noter que l'intensité de l'infestation et les réactions de la plante constituent deux phénomènes parfaitement distincts faisant appel, la première principalement à l'activité de l'insecte, la seconde à la physiologie de la plante.

#### V. — DIFFÉRENCES DE LA PIGMENTATION DES TIBIAS ANTÉRIEURS ET POSTÉRIEURS DES ADULTES EN FONCTION DE LA PLANTE HÔTE ET DU STADE VÉGÉTATIF DE CELLE-CI.

Une première étude a été effectuée sur des insectes récoltés à partir d'une infestation printanière naturelle de dix des treize Graminées étudiées ci-dessus.

Une seconde étude porte sur les insectes obtenus d'épis ou de jeunes plantes d'Orge, de Blé et d'Avoine, prélevés dans la nature en fin Mai et en fin Juin 1960 et placés en éclosiers à 25° C.

##### 1° Résultats obtenus à partir des dix espèces de Graminées.

Il est évidemment impossible de donner dans le détail tous les tableaux de contingence établis pour chaque groupe d'insectes en 1959 et en 1960. A titre d'exemple nous présentons ci-après les deux cas de pigmentation extrême, c'est-à-dire ceux



obtenus de mouches issues d'*Hordeum distichum* et d'*Avena barbata* (fig. 3). L'examen de ces tableaux de contingence résume parfaitement l'ampleur de la variation de la pigmentation des tibias antérieurs et postérieurs en fonction de la plante-hôte et cela aussi bien en 1959 qu'en 1960.



FIGURE N°3 - Liaison entre les pigmentations des tibias antérieurs et postérieurs des Oscinies issues d'*Hordeum distichum* et d'*Avena barbata* en 1959 et en 1960.  
prélèvement en fin Mai

Afin de simplifier l'ensemble des résultats et surtout de permettre leur comparaison, nous avons convenu de ne retenir que les pourcentages d'insectes aux tibias antérieurs entièrement clairs (a), ou présentant un début de mélanisation (b et c), ou enfin dépassant un tiers de mélanisation (d à h) ce qui, à peu de chose près, revient à classer les tibias selon le « type *pusilla* », le « type intermédiaire » et le « type *frit* ».

Pour aussi arbitraire que soit cette simplification les représentations graphiques auxquelles elle donne lieu (fig 4) la justifie pleinement. A quelques faibles variations près, on remarquera que le classement de la pigmentation des tibias antérieurs en fonction de la plante-hôte paraît assez semblable en 1959 et en 1960. Les quelques différences enregistrées peuvent être dues par exemple aux caractères climatiques propres à ces deux années. D'une façon générale, par leur action sur la distribution de la pigmentation des tibias, les dix espèces de Graminées étudiées se répartissent en trois groupes : *Hordeum* duquel sort le plus grand nombre de mouches à tibias antérieurs entièrement clairs, *Triticum* et *Secale* duquel provient une population à caractère mixte, enfin le groupe *Avena* dans lequel le type à tibias antérieurs sombres

approche 80 p. 100 tandis que le type extrême à tibias antérieurs clairs disparaît presque complètement.

En outre, le fait d'avoir séparé les récoltes d'adultes en éclosiers non seulement selon la plante-hôte, mais aussi selon la date d'éclosion permet de caractériser les dif-

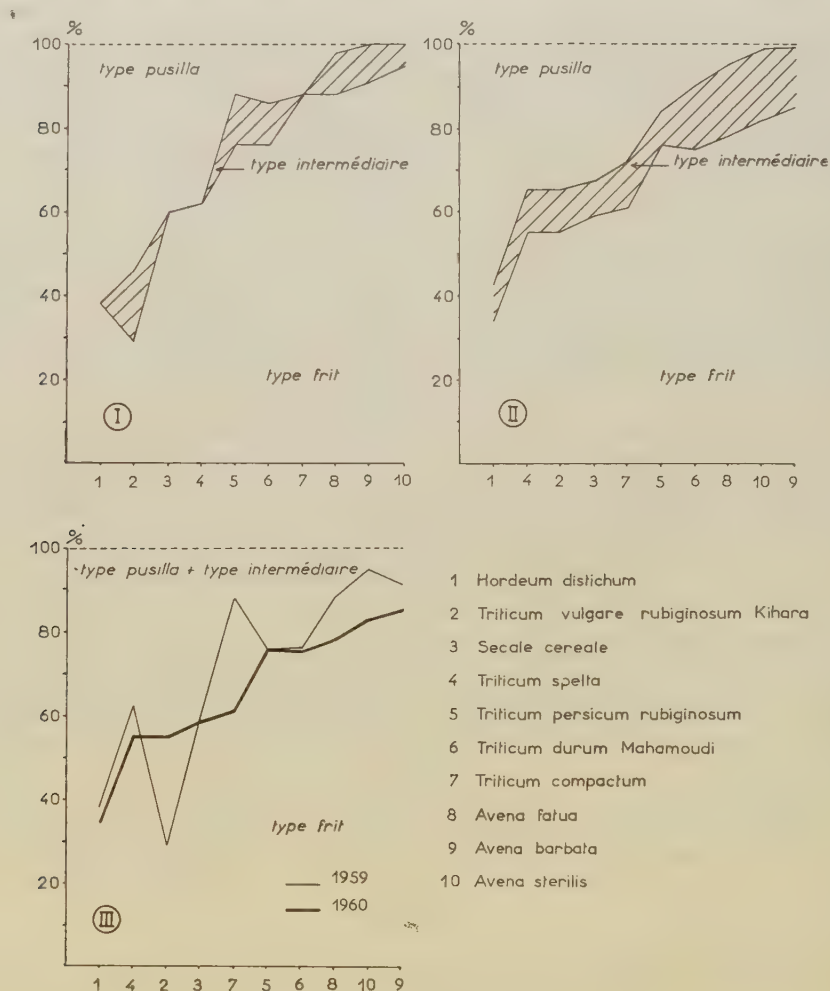


FIGURE N°4 . Répartition des différents types de pigmentation des tibias antérieurs en fonction de la plante-hôte en 1959 (I) en 1960 (II) et comparée entre 1959 et 1960 (III)

férences, dans certains cas très importantes, entre les périodes d'apparition des Oscinies de « type *frit* » et les périodes d'apparition des Oscinies de « type *pusilla* » (fig. 5). Il existe cependant un cas dans lequel de telles différences ne sont pas observées; il s'agit d'*Hordeum distichum* où l'on assiste exceptionnellement à un étroit chevauchement entre les dates d'éclosions des mouches de « type *frit* » d'une part, des mouches de « type *pusilla* » d'autre part, ce qui fait que les mouches de « type *frit* » issues d'orge apparaissent plus tard que les mouches de même type issues d'Avoine, de Blé ou de Seigle.

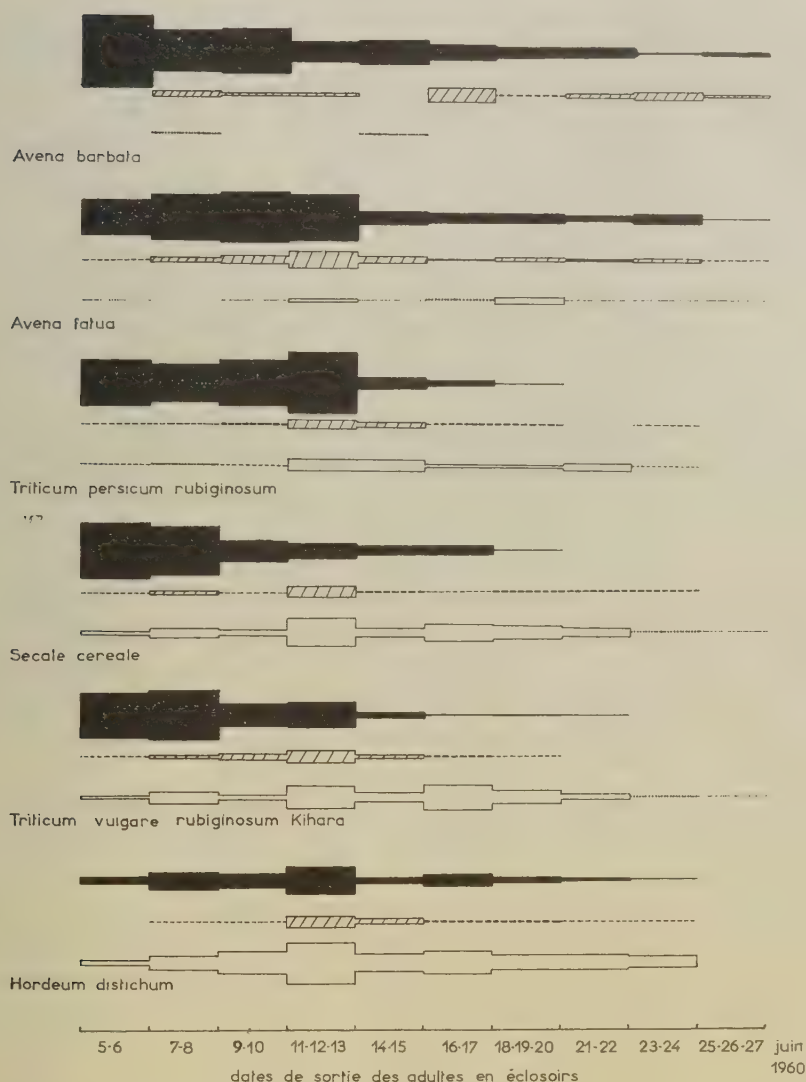


FIGURE N°5 Diagramme comparé des dates de sortie d'adultes en fonction de la plante-hôte et du type de pigmentation des tibias antérieurs (■ type frit, ▨ type intermédiaire, □ type pusilla)

## 2° Résultats obtenus selon l'organe de la plante où s'est effectué le développement larvaire de l'oscinie.

L'examen des tableaux de contingence établis pour les insectes issus de jeunes plantes récoltées à la fin du mois de Juin 1960 confirme des résultats antérieurs obtenus par divers auteurs russes d'une part et nous-même d'autre part, à savoir : les mouches qui proviennent d'Orge sont du « type *pusilla* », celles qui proviennent d'Avoine sont du « type *frit* ». Quant au Blé, il permet de récolter des mouches des deux types. (fig. 6).

Par contre, les résultats obtenus de l'observation des adultes issus d'épis d'Orge



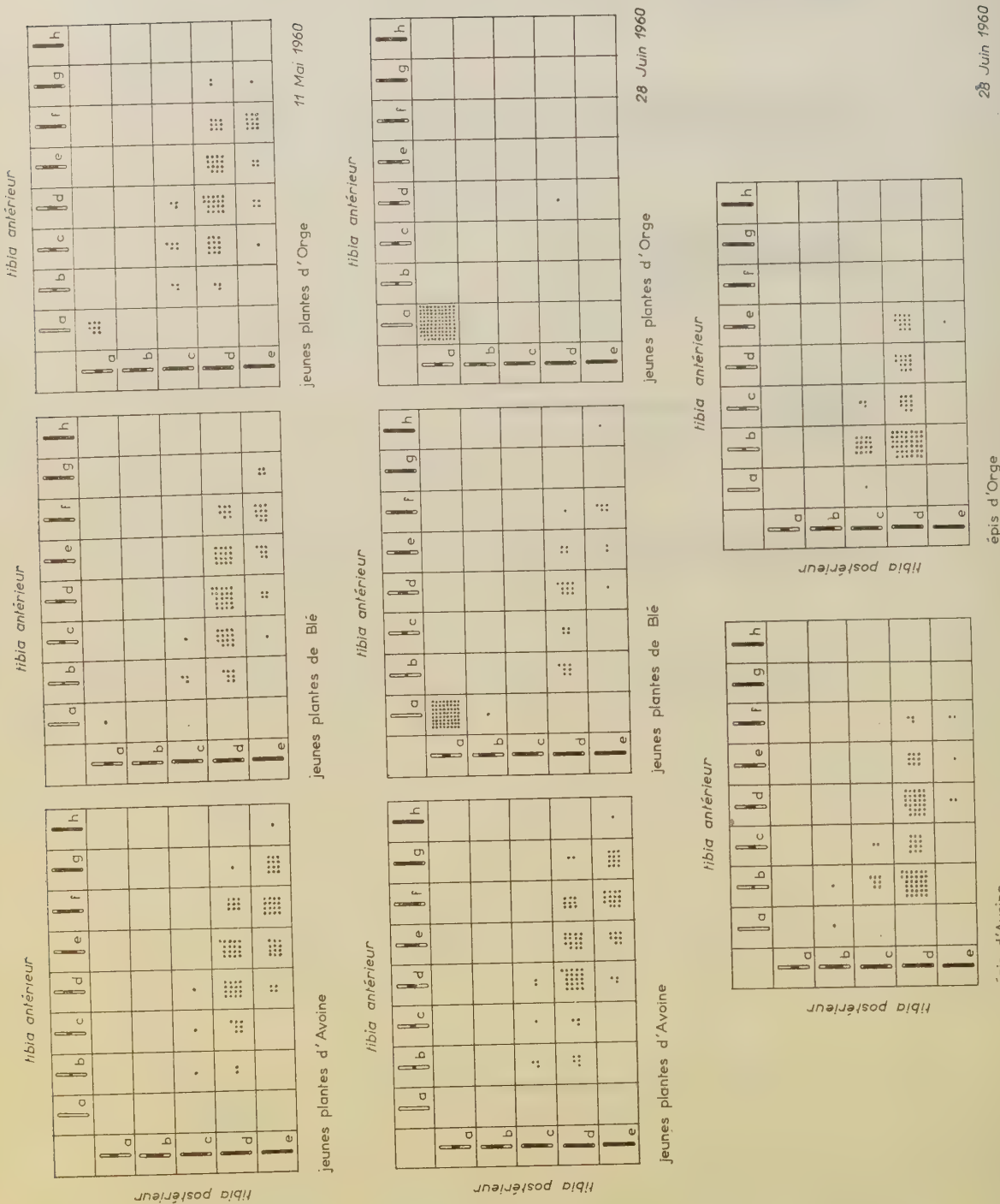


FIGURE N° 6. Liaison entre les pigmentations des tibias antérieurs et postérieurs d'Oscinies issues de plantes appartenant à trois espèces différentes ou prises à deux stades de leur développement. (voir explications dans le texte)

et d'épis d'Avoine <sup>(1)</sup> montrent qu'ici, la différence de plante-hôte n'a eu qu'une faible répercussion sur la pigmentation des tibias antérieurs et postérieurs des Oscinies. De la sorte, s'il y a encore une similitude assez forte entre les adultes issus de jeunes plantes d'Avoine, et ceux récoltés des épis d'Avoine, il en va tout autrement pour les mouches provenant des jeunes plantes d'Orge (type absolument « *pusilla* ») et des épis d'Orge, (de type voisin de « *frit* »). Ce fait, pour aussi surprenant qu'il soit n'est pas sans avoir été déjà signalé. Dès 1750 en effet la mouche décrite par LINNÉ sous le nom de *Musca frit* : alias *Oscinella frit* provenait pareillement d'épis d'Orges sur lesquels d'ailleurs elle causait déjà de très importants dommages en Suède. Il peut donc être actuellement admis que la pigmentation des tibias peut différer de façon fondamentale selon que cet insecte provient de jeunes plantes d'Orge ou d'épis d'Orge.

Cela est d'autant plus curieux qu'en comparant les tibias des mouches issues soit de jeunes pousses d'Avoine soit d'épis d'Avoine, on note un assez net éclaircissement des tibias chez ces dernières. Bien qu'en éclosions les mouches soient sorties une semaine en avance des épis par rapport à celles des jeunes plantes, il ne semble pas qu'il y ait lieu d'expliquer les différences observées dans la pigmentation des tibias par celle très légère de la date d'infestation. En effet, l'examen de la pigmentation des tibias antérieurs et postérieurs de mouches récoltées de la même manière à partir de jeunes plantes, un mois auparavant, annonce déjà ce qu'on observe maintenant, et qui concerne la présence uniquement de « types *frit* » sur Avoine, l'apparition de quelques « types intermédiaires » sur Blé, et de quelques « types *pusilla* » sur Orge.

Par ailleurs, on retrouve ici le problème de la variation saisonnière qui demeure entier à notre avis. On peut toutefois se demander jusqu'à quel point, compte tenu de la place que paraît tenir la qualité nutritive du substratum alimentaire, cette variation saisonnière n'est pas en étroite relation avec les modifications physiologiques qui peuvent s'installer chez les plantes dont la végétation a lieu sous des conditions ambiantes différentes. Ainsi on pourrait avoir d'abord une action directe de la température sur la morphologie de l'insecte puis une action indirecte des facteurs du milieu par l'intermédiaire de la plante, enfin, une action conjuguée de ces deux groupes de facteurs.

Quelques observations ont en outre porté sur la relation qu'il pouvait y avoir entre la pigmentation des tibias des adultes et l'ornementation spiculaire des larves dont ils sont issus.

L'analyse systématique de cette relation, actuellement en cours, permet dès maintenant de considérer que chaque fois qu'il y a une variation dans la pigmentation des tibias c'est qu'il y a eu parallèlement des modifications dans la forme et la disposition des spicules thoraciques et abdominaux. En sorte qu'il est possible de séparer les larves qui donneront naissance à des adultes aux tibias soit de « type *pusilla* », soit de « type *frit* ».

(1) La comparaison ne peut porter ici que sur les mouches issues d'épis d'Avoine et d'épis d'Orge, la récolte d'épis de Blé faite à la même date n'ayant donné lieu qu'à deux éclosions d'adultes contre 392 pour l'Avoine et 71 pour l'Orge. Le nombre d'épis prélevés était le même pour les trois céréales, et les graines ne dépassaient en aucun cas le stade laitueux.

## VI. — CONCLUSIONS.

L'étude que nous venons de rapporter, de quelques-unes des relations qui s'établissent obligatoirement entre l'Oscinie et certaines de ses plantes-hôtes, nous ont parallèlement conduit à dégager plusieurs faits précis concernant en particulier les différences de comportement que présentent les Graminées vis-à-vis de ce diptère, l'aptitude plus ou moins grande à se multiplier ainsi que les différences morphologiques que montre celui-ci en fonction de l'espèce végétale incriminée.

Cette dernière question se montre être de loin la plus irritante. En effet, nous avons pensé, dans le présent travail, et les faits observés nous y autorisaient assurément, que le substratum alimentaire était le premier responsable des différences morphologiques constatées chez la larve d'abord, l'adulte ensuite. Mais ce n'est là qu'une interprétation et celle qui envisagerait les possibilités de sélection à partir de populations naturellement très hétérogènes, n'est pas à écarter entièrement. En fait, il nous faut rappeler ici que c'est seulement depuis l'été 1959 que l'on est certain de l'existence en France Septentrionale d'Oscinies dont la morphologie rappelle étroitement celle de l'espèce *Oscinella pusilla* Meig (LE BERRE, CHEVIN 1961). Auparavant, aucune de nos récoltes pourtant fort nombreuses et fort diverses quant à leur origine entre 1956 et 1958, ne nous avait permis de déceler la présence de telles Oscinies à tibias clairs. De plus les deux types morphologiques isolés en 1959, mis en élevage au laboratoire se sont révélés comme biologiquement distincts (LE BERRE 1960), de telle sorte que l'on peut en déduire que la variation morphologique s'est trouvée associée à une variation physiologique assez considérable.

Si, par conséquent les données que nous rapportons ici contribuent dans une certaine mesure au moins à mieux comprendre sous quelles initiations des variations d'ordre morphologique et physiologique peuvent prendre place chez les Oscinies, le problème de l'apparition de ces variations n'en est pas pour autant résolu. Il reste en particulier à dire comment, et par quelles voies, des modifications de ce genre sont susceptibles de se manifester, au laboratoire d'abord, dans les conditions de la nature ensuite.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- LE BERRE J. R., 1959. Etudes entreprises sur les Oscinies dans le cadre des recherches relatives aux immunités végétales à l'égard des Insectes. *Congr. Phytiatric Phytopharm.*, Gand, 593-610.  
 LE BERRE J. R., 1960. Le rôle de la sélection et de l'adaptation dans les phénomènes de résistances des plantes à l'égard des Insectes. *Congr. intern. Prot. Plantes*, Budapest (sous presse).  
 LE BERRE J. R., et CHEVIN H., Caractères de l'apparition et étude biologique des populations d'*Oscinella pusilla* MEIG. dans le Bassin Parisien. *Bull. Soc. Ent. France* (en préparation).  
 KARPOVA A. I., 1956. Some data on the ecology of Frit fly and its injuriousness. *Zool. Zhurn.*, **35**, 727-740.  
 ROOS K., 1937. Untersuchungen über die Fritfliege (*Oscinella frit* L.) und ihr Auftreten in verschiedenen Hohenlagen der Schweiz. *Landw. Jb. Schweiz*, **51**, 585-666.  
 SELIVANOVA S. N., 1951. Particularités écologiques de la mouche de Suède (en russe). *Zool. Zhurn.*, **30**, 540-544.



## HOST SELECTION BY FRIT FLY IN BRITAIN

A. IBBOTSON

*University School of Agriculture, Newcastle-upon-Tyne (England).*

In Britain, *Oscinella frit* L. was first reported as an agricultural pest in 1888 (ORMEROD, 1889). The report was made by Eleanor ORMEROD who was then entomologist to the Board of Agriculture; she stated that the species had not been reported before and distinguished it clearly from the *Oscinella vastator* described by CURTIS more than twenty years previously (1860). There seems to be a good chance that Miss ORMEROD was right as her intelligence service was good and the outbreak in question was reported by at least ten farms in the area. It seems unlikely that the species would have been overlooked before as she had already been in office for twelve years. She stated that the outbreak occurred in the S. W. just after heavy shipments of Swedish oats into Bristol but that the damage did not always occur on the farms where the oats were used. It seems at least likely that *Oscinella frit* L. as we know it was either introduced into Britain or began to explosively disperse into agricultural crops at that time.

Since then the importance of frit fly has increased steadily. A great deal of work was done in its biology from 1920 to 1930 chiefly by CUNLIFFE and his school. Lately the investigation has been re-opened by the National Agricultural Advisory Service as the pest has been shown to cause considerable damage to the oat crop in Britain, and to a lesser extent on winter wheat. It is even likely that the importance of frit fly will increase still more as many County Councils now spray their roadsides annually against weeds and noxious insects and tend to destroy parasites and predators. Recently it has also been shown that the establishment and subsequent composition of new grassland can be greatly altered by frit attack.

There are a number of Chloropids in Britain which occupy much the same ecological niche as *Oscinella frit* L. from many of which it is not clearly distinguishable. No-one yet seems to have carried out inter-breeding experiments in this country. These other chloropids include, for instance, *Oscinella vastator* CURTIS, *Oscinella albisetæ* MEIGEN, *Oscinella trochanterata* COLLIN and *Oscinella nitidissima* MEIGEN some of which are not found elsewhere, and what seem to be ecological strains, which differ from type *O. frit* only as larvae, have been isolated from *Arrhenathrum* and *Anthoxanthum* (NYE, 1958). There seems to be a whole series of interrelated forms and were it not for the narrowness of the sea barrier between England and the Continent of Europe, it would be tempting to suggest that Miss ORMEROD's observations were more significant than she knew. The 'frit complex' may have differentiated out in Britain whilst the country was isolated by the sea and true *O. frit* L. may be a recent invader.

However this may be, the situation is simplified from the experimental point of view as none of the similar forms have ever been isolated in any numbers from the oat crop ; so far as this account is concerned only *Oscinella frit* L. is involved.

But even if we consider *Oscinella frit* only in the strictest sense the host range of the species is very wide. (COLLIN, 1918 ; CUNLIFFE, 1921 ; NYE, 1955). (Fig. 1)

	Author		
	Collin	Cunliffe	Nye
<i>Lolium perenne</i> .....	+	+	+
“ <i>italicum</i> .....		+	+
<i>Festuca pratensis</i> .....		+	
“ <i>rubra</i> .....			+
<i>Poa pratensis</i> .....			+
“ <i>annua</i> .....		+	+
“ <i>trivialis</i> .....			+
<i>Agrostis tenuis</i> .....			+
“ <i>alba</i> .....		+	
“ <i>stolonifera</i> .....			+
“ <i>myosuroides</i> .....		+	
<i>Arrhenatherum avenaceum</i> * .....	+	+	
<i>Avena flavescens</i> .....	+		
<i>Alopecurus pratensis</i> .....			+
<i>Holcus lanatus</i> .....		+	
<i>Bromus sterilis</i> .....		+	
<i>Hordeum murinum</i> .....		+	
“ <i>pratense</i> .....		+	
<i>Dactylis glomerata</i> * .....		+	

\* Different *Oscinella* now suspected.

FIG. 1. — Host range of *Oscinella frit* L. in Great Britain.

Most of the common genera of Graminae cultivated in Britain are included and of course to this list must be added wheat, oats and barley. Both tillers and panicles of oats are attacked ; autumn wheat is often damaged either by larvae moving through the soil or by direct oviposition ; spring wheat is rarely damaged. Frit is rare on barley and inexperienced advisors have sometimes confused it with the larvae of *Cetema elongata* MEIGEN. Of 233 instances of frit damage between 1943 and 1945, 1 was dredge corn, 3 were rye, 16 were barley, 99 were wheat and 104 were oats (1955).

The wide host range and great powers of dispersal of *O. frit* are in strong contrast to its apparent specificity as regards oviposition sites. Although individual flies must have many chances of testing different hosts, yet CUNLIFFE and his co-workers found that the relative susceptibility of different varieties of oat was determined by the numbers of eggs laid on the plants. (CUNLIFFE et HODGES, 1946). The flies must thus either respond to a great variety of different stimuli or to a few simple ones which appear in a large number of situations. Such stimuli are likely to be embodied in all the hosts designated in fig. 1, in oats and to a lesser extent in wheat and barley and to be usually associated with rapidly growing tissue.

It was with this in mind that oviposition trials were conducted which have already been described. (IBBOTSON, 1959). Briefly, although the presence of host extract seemed necessary for oviposition to occur at all, yet a large number of eggs were also

laid away from the plant on the soil surface. Nor did the shape of the shoot seem to matter as the flies would lay beneath pieces of blotting paper applied to a glass surface, and it was provisionally concluded that the stimuli which initiated oviposition were in the nature of releasers common to growing tissue in the Graminae and probably biochemical in nature. Otherwise, once oviposition began, the flies were most concerned with finding suitable tactile stimulation and in doing so were frequently carried on to the soil. This seemed to dispose of the suggestion that a high proportion of the eggs recovered from the soil in the field must have been blown, knocked or washed off the plants. Further attempts to isolate biochemical releasers have since been made

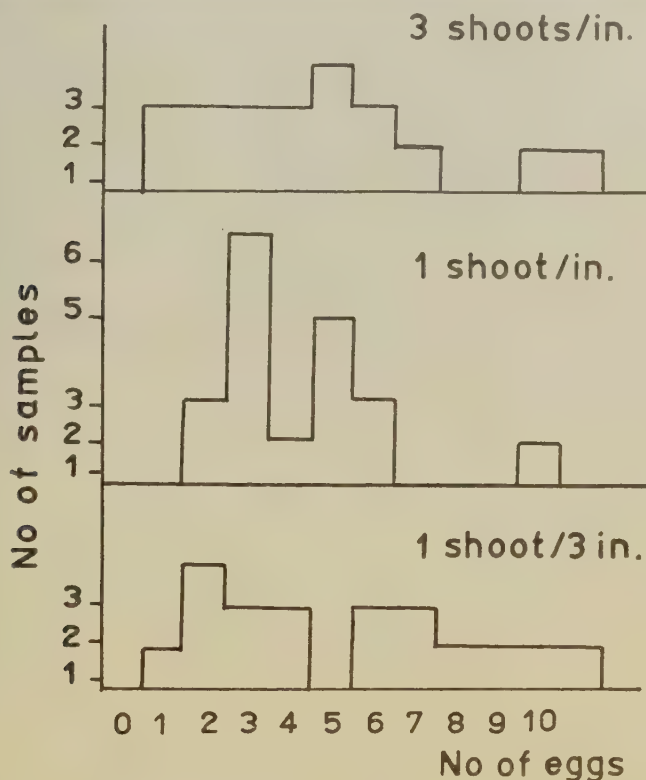


FIG. 2. — *Frequency distribution; eggs per sample; garden plots 2.6.60.*

but so far without success largely owing to unsatisfactory culture conditions. There have been indications only that the asparagine — glutamine group of compounds may ultimately be used with success.

These results have by no means been confirmed by LE BERRE (1959). Under his fluorescent lights the flies laid eggs in the absence of host stimulation at all and discriminated between tall and short and hollow and solid capillary tubes. These differences underline the pitfalls attendant on attempts to analyse field behaviour in simplified laboratory situations and suggest that we are dealing with a complex of reflex behaviour the course of which depends very much on the context in which it is initiated. Since the fly is host specific in the field, clearly neither set of experimental conditions are so far adequate to represent field events.

Other factors than host attractiveness for the adult flies may, however, materially affect the amount of infestation.



Fig. 2 shows the frequency distribution of eggs per sample in samples taken from two blocks of a  $6 \times 6$  Latin Square set out in 1960 to investigate the effect of drilling rates and systemic insecticide on frit attack. The trial was drilled on 7/5/60 so that germination would coincide with the beginning of the period of maximum emergence of frit fly in the area. The plots were only  $4 \times 6$  yds. so that all of them had a fairly equal chance of being visited and the seeds were stuck to thin strips of paper before planting so that seed rate and seed depth were uniform. All the plants came up together and grew at the same rate until tillering, apart from those attacked by frit fly. The eggs were sampled after a fortnight and there were few shells in the samples showing that the figures represented the total amount of oviposition which had occurred since germination. The samples were  $1/2''$  lengths of row,  $3''$  wide, taken separately, four to a plot, each sample astride a plant but otherwise at random. The frequency distribution of eggs per sample is very different for the three drilling rates with a greater preponderance of high counts on the thickest and most sparse drilling. Clearly there is considerable need for critical investigation; provisionally it seems as if the flies were attracted to the relatively isolated plants, (some form of optomotor behaviour would account for this) and tended to lay eggs in groups in the dense stand (possibly owing to a process of response summation).

The second trial also conducted in 1960 consisted of a  $3 \times 2$  randomised block of  $1/10$  th acre plots in two replicates of three drilling dates viz: 12/4; 22/4; and 3/5. Intensive records of oviposition, numbers of flies trapped or swept and the daily weather were taken and also bi-weekly samples of the numbers of eggs, (Fig. 3)

Garden			Field		
Total eggs	Eggs per ft. row	Eggs per shoot	Total eggs	Eggs per ft. row	Eggs per shoot
341	57	1,58	295	59	3,47
163	27	2,25	345	69	4,93
239	24	6,00	249	50	3,51

Drilling dates: Field 12/4; 22/4; 3/5; Garden 7/5;

FIG. 3. — Eggs sampled from field and garden plots up to 2.6.60.

The number of plants in each sample was counted and the total number of eggs recovered from the treatments both in the garden and in the field, between germination and the 2. 6. 60 is expressed as eggs per plant.

The between treatment differences were significant at more than the 1 p. 100 level for the garden and not quite significant at the 5 p. 100 level for the field. On the latter plots eggs accumulated by the early drilling before the others had germinated were compensated by extra eggs laid on the late drilling when the early drilling was less suitable for oviposition.

The frequency distribution of larvae per shoot in similar samples from both garden and field three weeks after these egg counts were made was as follows; (figure 4).

There was a greater proportion of fritted tillers on the sparse drillings than on the dense one in the garden.

There was a greater proportion of fritted tillers on the late drillings than on the early ones in the field. The result is thus more or less what we might expect in the garden where the numbers of eggs per treatment were different, but not in the field

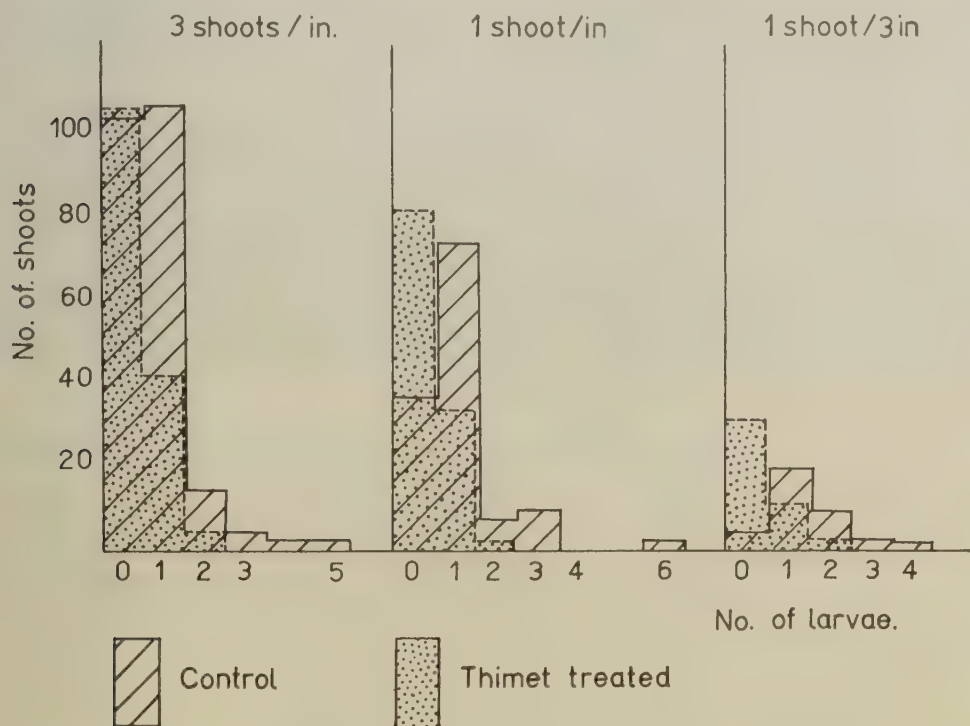


FIG. 4. — Frequency distribution; larvae per shoot, garden plots 24.6.60.

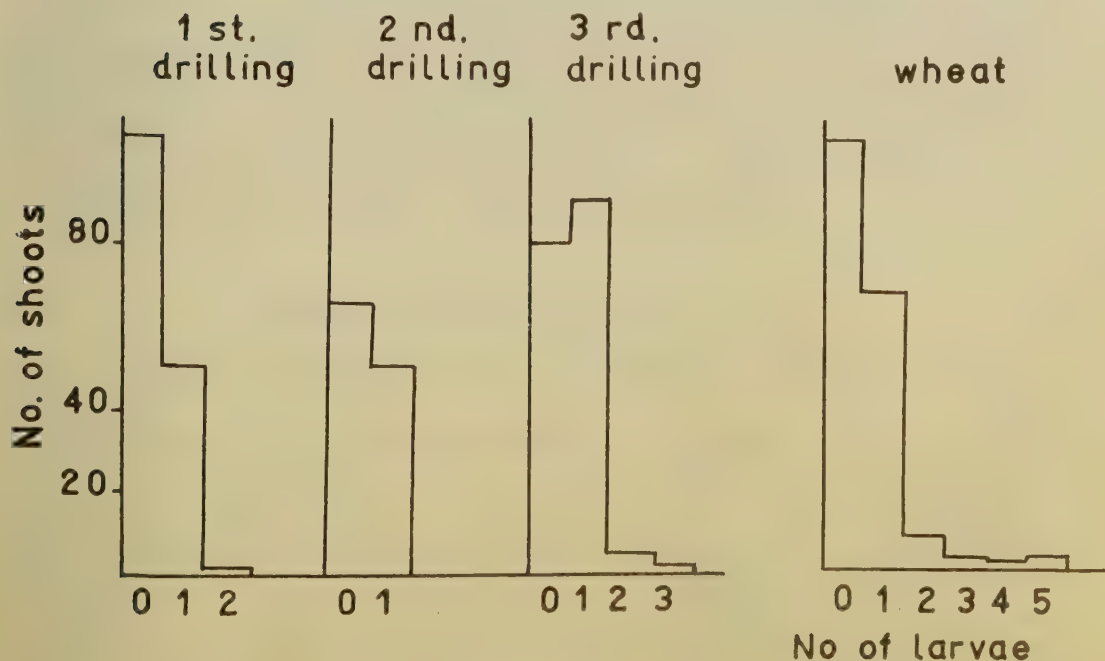


FIG. 5. — Frequency distribution; larvae per shoot on field plots 24.6.60.

where they were roughly the same. If, in addition we compare the frequency distribution of larvae per shoot with that of eggs per shoot on the garden plots it becomes clear that the contribution of any given egg to the infestation depends on both the number of eggs per plant and the age of the stem at the time of deposition. With a mean of only slightly more than one larva per shoot in even the densest infestation the limits set by these factors may easily neutralise differences in the abundance and fecundity of the adult flies.

The fourth histogram in Fig. 5 shows the frequency distribution of frit larvae per shoot in a crop of wheat drilled as a cover crop in an adjacent field at the same time as the last of the drillings on the oat trial. In view of the relationship between egg number and shoot damage disclosed for oats it is unwise to suggest that the wheat is about as attractive as early drilled oats. Yet the figure indicates clearly that wheat is not inherently unattractive, and suggests that the normal relative immunity of spring wheat in Britain may be due to a combination effect of growth pattern and susceptibility for oviposition together.

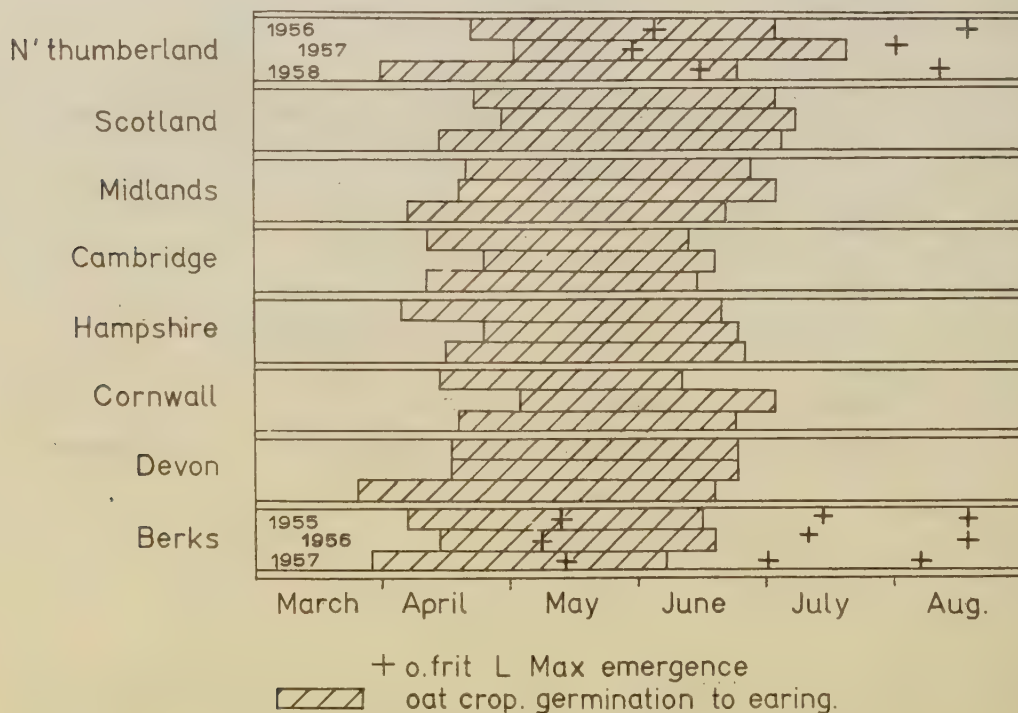


FIG. 6. — *Phenology of Frit fly and Oat crop in England.*

The effect of gross changes in the phenological relationship between the oat crop and the frit fly is shown in Fig. 6.

This figure shows the mean dates of germination and earing for oat crops at a number of centres in Britain from 1951 to 1959 and the periods of maximum emergence of successive generations of frit fly in Northumberland (own data) and near London (data extracted from literature published by JEPSON and SOUTHWOOD (1958). The displacement of the second generation of adults towards the autumn in the north is due to the colder summer temperatures and (though I completely accept



the detailed unreliability of such figures) the summed day degree requirements for all six sets of figures have proved to be much the same.

The later emergence of flies in the north is sufficient to bring them out after the period of maximum susceptibility of the oat panicles and as a result grain attack in both Scotland and the N. of Eng ; and is usually light to non-existent. Most grain attack in Northumberland has been found to commence when the spikelets are still enclosed in the sheath. It is usual to see them turning brown and finally white within a week to ten days of their emergence from the boot and when dissected they are then found to contain pupae ; the flies from these emerge at the same time as the later cohorts from the tillers at the base of the plants and seem to be second rather than third generation themselves. In cool autumns like that of 1957 and 1958 the larvae arising from the second generation overwinter and only when it is relatively warm does a third generation emerge. In such a year late drillings then suffer what appears to be a 'normal' grain attack.

## RÉSUMÉ

La première mention faite en Angleterre d'*Oscinella frit* L. en tant qu'insecte nuisible est due à E. ORMEROD en 1888. Il est probable que l'insecte a été introduit en Angleterre à cette date avec une cargaison d'orge en provenance de la Suède.

Depuis son importance agricole n'a cessé de croître ; il inflige des dégâts importants aux Orges, et dans une proportion moindre aux Blés d'hiver ainsi qu'aux graminées des prairies.

L'insecte s'attaque à la plupart des graminées communes et cependant il montre une spécificité assez forte dans le choix des lieux de ponte.

Des expériences réalisées au laboratoire ont montré que la présence de l'hôte était nécessaire au déclenchement de la ponte. Ces résultats sont contraires à ceux obtenus par LE BERRE en lumière fluorescente. Cette différence suggère que nous sommes en présence d'un complexe de comportement réflexe.

Des essais parcellaires et de plein champ ont été effectués pour étudier l'influence de la densité des semis et des dates de plantation de l'orge et du blé, des traitements avec des insecticides systémiques sur l'intensité de l'attaque et les divers organes attaqués. Les résultats suivants ont été obtenus : les plantes relativement isolées sont plus attractives que les plantes en peuplement dense, cependant ces dernières reçoivent une ponte plus importante. Les semis tardifs sont plus fortement attaqués que les semis précoces. L'importance de l'attaque dépend à la fois du nombre d'œufs déposé et de l'état de la tige au moment de l'oviposition.

Enfin, des différences, liées aux conditions climatiques, sont constatées entre les dates et l'intensité des attaques de l'*Oscinie* dans différentes régions de l'Angleterre.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- COLLIN J.E., 1918. A short summary of our knowledge of the Frit Fly. *Ann. Appl. Biol.*, **5**, 81-96.  
 CUNLIFFE N., 1921. Preliminary observations on the habits of *Oscinella frit* LINN. *Ann. Appl. Biol.*, **8**, 105-134.  
 CUNLIFFE N., HODGES D.J., 1946. Studies on *Oscinella frit* LINN. Notes on the resistance of cereals to infestation. *Ann. Appl. Biol.*, **33**, 339-360.  
 CURTIS J., 1860. *Farm Insects*, 528 pp.  
 IBBOTSON A., 1959. Observations on the oviposition behaviour of frit Fly, *Oscinella frit* L. (Dipt. *Chloropidae*). *Ent. exper. appl.*, **3**, 84-92.  
 JEPSON W.F., SOUTHWOOD T.R.E., 1958. Population studies on *Oscinella frit*. *Ann. Appl. Biol.*, **46**, 465-474.  
 LE BERRE J.R., 1959. Etudes entreprises sur les Oscinies dans le cadre des recherches relatives aux immunités végétales à l'égard des insectes. *Mededgen. Landbouwhogeschool. Opzoekingsinst. Gent*, **14**, 593-610.  
 NYE I.W.B., 1955. Ph. D. Thesis, Univ. Lond.  
 NYE I.W.B., 1958. The external morphology of some of the dipterous larvae living in the Graminae in Britain. *Trans. R. Ent. Soc.*, **110**, 411-487.  
 ORMEROD E.A., 1889. H.M.S.O., Booklet.  
 Anonyme, 1955. An insect pest reporting scheme. *Plant Pathol.*, **4**, 60-68.

## DISCUSSION

LE BERRE aborde le problème de l'oviposition des Oscinies sur les tiges artificielles utilisées par IBBOTSON et signale qu'ayant eu l'occasion d'étudier ce même problème dans les conditions du laboratoire, il a pareillement observé une nette relation entre le stéréotactisme et le déclenchement de la ponte. Il lui paraît en outre que, compte tenu de ses propres résultats (voir J. R. LE BERE-1959) le stimulus chimique n'est pas seul à intervenir dans le phénomène de l'ovoposition des Oscinies et que des stimuli d'ordre purement physique ou mécanique peuvent, à la longue, donner des résultats comparables.

---

## RECHERCHE D'UNE MÉTHODE D'ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES MAÏS VIS-A-VIS DES OSCINIES.

J. R. LE BERRE et A. VIJVERBERG.

*Station centrale de Zoologie agricole, Centre national de Recherches agronomiques, Versailles.  
Laboratoire d'Entomologie, Université agricole, Wageningen (Pays-Bas).*

### I — INTRODUCTION

Les observations faites dans la nature au cours de trois années consécutives montrent qu'il y a incontestablement des différences variétales de comportement des Maïs vis-à-vis des attaques printanières d'Oscinies. En outre, l'analyse statistique des résultats précise que la contamination des Maïs se fait sans choix préalable de la plante-hôte. Ces deux conclusions suggèrent l'existence de relations physiologiques très étroites entre la végétation de la plante, les possibilités de développement des asticots, et l'action spoliatrice de ces derniers.

Toutefois, il est bien évident que la seule observation dans les conditions de la nature rend difficile l'étude précise des causes qui suscitent de telles différences variétales de comportement. En effet, l'importance des dégâts présentés par la plante contaminée, qui constitue l'une des règles, pour ne pas dire la seule, de notation du niveau de l'attaque, dépend de multiples variables parmi lesquelles certaines n'interviennent que de façon tout à fait fortuite, comme, par exemple, le nombre des plantes présentes ainsi que le stade végétatif qu'elles atteignent au moment des vols et de l'activité de ponte des Oscinies. Il apparaît alors que des variétés de Maïs peuvent échapper totalement ou partiellement à l'infestation, ou encore ne montrer que des dommages peu importants, sans posséder pour cela un caractère précis de résistance.

Nous avons donc cherché à voir s'il ne serait pas possible de compléter les observations faites dans la nature par une expérimentation plus rigoureuse au laboratoire qui comprendrait par exemple :

— une infestation artificielle de même niveau pour les variétés de Maïs dont les plantes atteindraient un même stade végétatif ;

— des conditions de milieu constantes pendant toute la durée du développement de l'asticot et les plus favorables possibles au maintien d'une bonne végétation des jeunes plantes contaminées ;

— la notation des dommages occasionnés aux Maïs par l'action exclusive des Oscinies ;

— la récolte des Oscinies adultes par variété de Maïs.



Le présent article a pour objet, d'abord de décrire une méthode d'étude de la résistance des plantes aux Oscinies dans les conditions contrôlées du laboratoire, puis de résumer les divers résultats obtenus de cette façon, enfin d'en discuter la valeur en fonction tout particulièrement de ce qui avait été primitivement observé dans la nature.

## II — MATÉRIEL ET MÉTHODES

Divers essais préliminaires non publiés, exécutés d'abord par MM. CHEVIN <sup>(1)</sup> et MOREAU <sup>(2)</sup>, puis par M<sup>lle</sup> le Docteur GOLEBIEWSKA <sup>(3)</sup>, ont permis de se rendre compte qu'il est possible d'obtenir un développement satisfaisant des Oscinies sur des plantes de Maïs, Orge, Avoine, Blé etc... que l'on contamine artificiellement en y déposant des œufs prélevés au pinceau fin sur une autre plante ayant servi de premier hôte de ponte.

En outre, la végétation du Maïs au laboratoire peut être maintenue de façon très satisfaisante pendant plus de six semaines, lorsque la température ambiante demeure comprise entre 20 et 25° C, l'éclairage intense et continu, l'humidité du sol convenablement entretenue.

Le mode opératoire suivant a donc été retenu pour l'étude du comportement de plusieurs lignées, hybrides simples et hybrides doubles de Maïs vis-à-vis des Oscinies.

1° Les Maïs sont mis à germer à raison d'une dizaine de graines par variété dans des godets de 8 sur un mélange de limon et de terreau convenablement humidifié.

2° Les plantes, à peine levées, sont aussitôt placées à 20, 25° C sous un éclairage continu constitué par des groupes de 4 tubes lumineux du type Phytor. Lorsque les plantes ont atteint le stade végétatif à 2 feuilles, il est procédé d'abord à un démariage afin de ne laisser en place que 6 plantes par godet, puis à l'infestation artificielle des jeunes plantes. D'une façon générale, chaque plante de Maïs reçoit à la hauteur de la coléoptile six œufs d'Oscinies âgés de quelques heures à trente heures. Toutefois, les hybrides doubles retenus dans cette expérience reçurent également des doses de 12 œufs et de 24 œufs dans le but d'étudier plus particulièrement le phénomène de Tolérance.

3° Les plantes contaminées sont alors enfermées dans de petites enceintes cylindriques faites de rhodoid transparent, aérées sur les côtés et obturées par un carré de mousseline, puis replacées à 20, 25° C sous éclairage continu.

4° Trois fois de suite, chaque dix jours, l'état de la végétation des Maïs, le nombre des plantes attaquées et l'importance des dommages sont notés.

5° Enfin, les mouches adultes sont récoltées au fur et à mesure de leur éclosion, ce qui permettra de connaître, en fin d'expérience, la densité de la population d'Oscinies qui aura été responsable des dégâts observés antérieurement, ainsi d'ailleurs que toute variation morphologique des insectes s'il s'en produit. Précisons à cette occasion, qu'en aucun cas un dépérissement brutal, ou précoce de plantes artificiellement contaminées, pas plus que la mort des 6 plantes de chaque lot avant que l'évolution larvaire des Oscinies ne soit terminée, n'ont été observés. Cela signifie que les asticots ont toujours eu suffisamment de nourriture à leur disposition, de telle sorte qu'il ne saurait y avoir de relation *a priori* entre d'importants dégâts chez les plantes et une faible survie des Oscinies, ce que confirment d'ailleurs les résultats que nous rapportons ci-dessous.

6° Deux populations d'Oscinies, d'origines différentes furent utilisées pour ces expériences de contamination artificielle. La première concerne une récolte d'adultes appartenant à l'espèce *Oscinella frit* L. faite dans la nature, à Versailles, au mois de juin 1960, sur épis d'Avoine, de Blé et d'Orge. La seconde est une 4<sup>e</sup> génération d'une souche récoltée sur jeunes blés d'hiver à Versailles au mois d'octobre de l'année précédente, et qui se composait alors d'un mélange à peu près à parties égales d'*Oscinella frit* L., d'*Oscinella pusilla* et d'*Oscinella* de type intermédiaire. Mais au cours de ces quatre générations, les Oscinies de type « *frit* » ont quasi complètement disparu pour laisser la place uniquement à des individus de type « *pusilla* » ainsi qu'à quelques types intermédiaires. Aucune explication ne peut actuellement être donnée de cette sélection qui s'est opérée dans les conditions du Laboratoire.

Quelle que soit leur origine, ces deux populations d'Oscinies furent nourries de lait contenant 15 p. 100 de miel et mises à pondre séparément sur jeunes plantes de Blé. Les œufs récoltés chaque jour servent à l'infestation artificielle des Maïs.

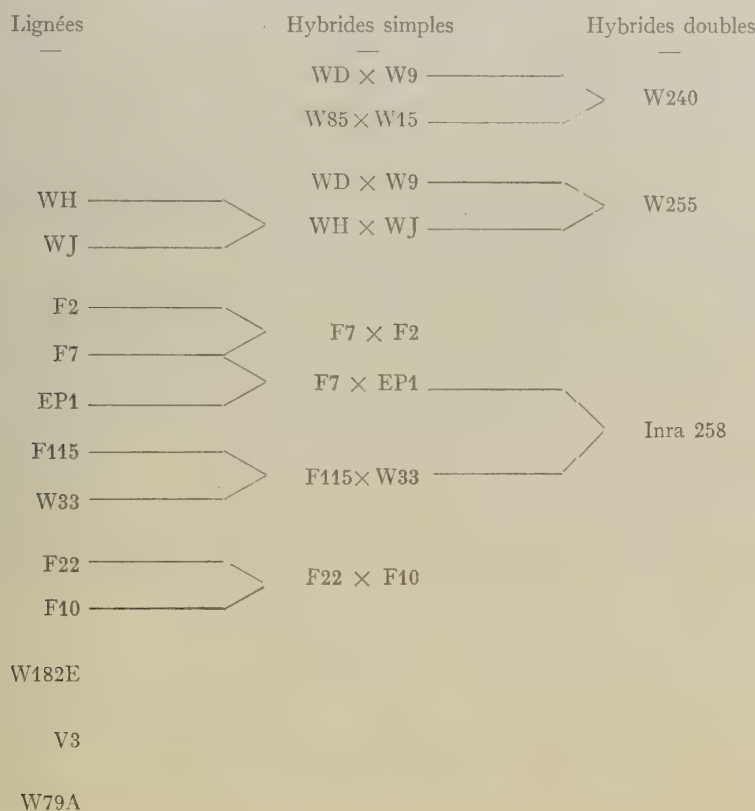
<sup>(1)</sup> Ingénieur au C. N. R. A.

<sup>(2)</sup> Assistant de Recherches au C. N. R. A.

<sup>(3)</sup> Directeur du laboratoire d'entomologie. Institut pour la Protection des Plantes Pulawy. Pologne.

7° Les variétés de Maïs nous ont été obligeamment fournies par Monsieur LASCOLS, Chargé de Recherches à la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles, à qui nous renouvelons nos sincères remerciements.

Ils concernent douze lignées, sept de leurs hybrides simples et trois hybrides doubles, dont les rapports de parenté s'établissent comme suit :



### III — RÉSULTATS

La contamination artificielle de jeunes plantes de Maïs provoque chez ces dernières des dommages qui reproduisent avec beaucoup de similitude ceux que l'on observe couramment dans la nature et qui furent successivement décrits par L'HOE (1930), BALACHOWSKY et MESNIL (1935), BELIAEV (1959), CHAPIRO et ZOUBKOVA (1959).

Toutefois, il est rarement observé de tallage des plantes attaquées, ce qui peut être dû à une végétation du Maïs inférieure à ce qu'elle est dans les conditions de la nature, mais aussi probablement au fait que l'évolution des asticots, plus rapide au laboratoire, raccourcit la durée de l'expérience, de telle sorte que celle-ci est arrêtée alors que les Maïs n'ont pas eu le temps de taller. Quoi qu'il en soit, des différences variétales considérables sont observées (tableau n° 1) et elles peuvent être rapportées en première analyse à des réactions propres de la plante et non à un concours de circonstances externes plus ou moins avantageuses ou néfastes pour elle. Si l'on s'en tient aux hybrides simples déjà étudiés dans les conditions de la nature pendant trois années consécutives (LE BERRE et MOREAU, 1961) il apparaît une fois de plus que F22, F10 et F7, EP1 subissent les moindres dommages tandis que WD, W9 et W85, W15 se montrent particulièrement sensibles aux actions spoliatrices des asti-

cots. En outre, chaque hybride simple se trouve nettement moins endommagé que les lignées qui lui servent de parents, comme s'il se produisait une sorte d'effet d'hétérosis dans la tolérance à l'Oscinie des hybrides.

TABLEAU I

Origine des Oscinies		Population « Pusilla » (216 œufs)							Population « Frit » (108 œufs)				Échelle des dégâts
Variétés	Lots	1	2	3	4	5	6	Total	1	2	3	Total	
F22 × F10.....	2	2	0	1	0	0	0	5	5	2	8	15	100
F7 × EP1.....	2	1	0	2	0	2	7	7	5	3	3	11	81
W255.....	3	3	0	2	1	0	9	9	19	12	11	42	—
F2.....	1	1	1	0	5	2	10	10	6	10	4	20	51
F7 × F2.....	2	2	1	0	1	3	10	11	11	9	2	22	93
EP1.....	3	2	2	1	1	2	11	11	3	6	1	10	59
W240.....	3	1	3	0	2	3	12	12	5	7	10	22	—
F22.....	7	2	2	1	1	1	14	14	9	17	11	37	46
W79A.....	5	1	2	2	3	3	16	16	5	11	3	19	38
WD × W9.....	1	0	4	4	5	2	16	16	5	9	6	20	38
INRA258.....	1	2	3	6	6	4	22	22	10	6	14	30	—
V3.....	0	0	10	6	3	3	22	22	6	13	5	24	4
F115 × W33.....	3	4	6	3	3	3	22	22	12	11	2	25	50
F10.....	5	6	5	1	2	4	23	23	11	21	7	39	60
WH × WJ.....	2	2	9	4	1	7	25	25	16	13	13	42	76
W85 × W15.....	1	5	4	8	6	2	26	26	10	4	9	23	36
WH.....	5	3	3	5	10	4	30	30	9	19	7	35	45
F7.....	5	7	4	2	6	2	26	26	7	8	8	23	75
WJ.....	4	4	6	7	3	3	27	27	16	13	13	42	33
W182 E.....	5	7	6	3	3	4	28	28	16	24	13	53	54
W33.....	11	8	4	2	3	3	31	31	7	9	9	25	45
F115.....	3	6	6	9	5	8	37	37	16	16	14	46	24

Le comportement comparé dans la nature et au laboratoire des trois hybrides doubles *W255*, *W240* et *Inra 258*, indique par contre d'importantes différences, à tel point que *W255*, qui subit d'énormes dégâts dans la nature, se montre le moins sensible à l'Oscinie dans les conditions du laboratoire. Toutefois, cela n'est vrai que dans le cas d'une dose de 6 œufs par plante. Pour des doses de 12 œufs et de 24 œufs, c'est à nouveau *Inra 258* qui s'avère tolérer le mieux l'action nuisible des asticots, comme cela se passe d'ailleurs dans la nature.

Enfin, nous signalerons que les dégâts observés pour chaque variété de Maïs sont très voisins dans leur nature et leur importance, qu'ils soient provoqués par les descendants de la population *Oscinella frit* L. ou par ceux de la population de type « *pusilla* ».

En ce qui concerne les possibilités de développement des Oscinies en fonction de la plante-hôte, d'énormes différences sont parallèlement observées (Tableau 1), mais ainsi que nous le laissons entendre ci-dessus, il n'y a pas obligatoirement correspondance entre l'ampleur des dégâts observés chez la plante et la densité de la population larvaire présente.

Si l'on examine tout d'abord le nombre des adultes qui éclosent de chaque lot de 6 plantes, les quelques faits suivants peuvent être dégagés :



1° Lorsque les Maïs sont contaminés par des œufs d'origine « *frit* », les pourcentages extrêmes de survie sont de moins de 3 p. 100 et de 67 p. 100, tandis que les pourcentages moyens de survie varient en fonction de la variété de Maïs entre 9 p. 100 (EP1) et 50 p. 100 (V3).

2° Dans le cas d'une contamination par des œufs d'origine « *pusilla* », on constate que les pourcentages extrêmes de survie (0 p. 100 à 31 p. 100) ainsi que les pourcentages moyens de survie par variété (2 p. 100 à 17 p. 100) sont nettement plus bas, que ceux précédemment définis, lors d'une contamination par des œufs d'origine « *frit* ». Cela peut signifier des besoins alimentaires différents de la part de ces deux types d'Oscinies, ou encore une action d'antibiosis de la part des Maïs variables selon l'origine des populations d'Oscinies utilisées. Cette dernière hypothèse paraît devoir s'adresser tout particulièrement : d'une part à l'Hybride double W255 qui, très favorable au développement d'*Oscinella frit*, se montre au contraire nettement néfaste pour *Oscinella pusilla*, d'autre part à la lignée W33 qui présente un effet inverse à celui produit par W255. Ceci n'est d'ailleurs pas sans rappeler des observations faites dès 1931 par PAINTER et précisées depuis par plusieurs auteurs, selon lesquelles les possibilités de développement de la Mouche de Hesse *Mayetiola destructor* SAY. sur des variétés de blé dites résistantes, diffèrent considérablement selon l'origine géographique des Mouches.

3° Enfin, quelle que soit l'origine des œufs qui ont servi à contaminer les plantes, il y a lieu de noter de fortes différences dans le nombre des insectes qui se développent aux dépens d'une même variété. Toutefois, l'analyse statistique, faite après transfor-

TABLEAU 2

Analyse statistique des données fournies par les nombres de mouches  
écloses en fonction de la variété et transformées en  $\sqrt{x}$ .

a) pour une infestation d'origine « *pusilla* » ;

Facteurs de variations	Somme des Carrés des écarts	Degrés de liberté	Variance	F. calculé	F. des tables	
					0,05	0,01
Variétés .....	30,91	21	1,47	3,27	1,61	1,95
Résiduelle .....	49,05	110	0,45			

a Plus petite différence significative

au seuil de 0,05 = 0,77

au seuil de 0,01 = 1,01

b) pour une infestation d'origine « *frit* ».

Facteurs de variations	Somme des Carrés des écarts	Degrés de liberté	Variance	F. calculé	F. des tables	
					0,05	0,01
Variétés .....	27,66	21	1,32	3,14	1,79	2,29
Résiduelle .....	18,49	44	0,42			

b Plus petite différence significative

au seuil de 0,05 = 1,07

au seuil de 0,01 = 1,43



qu'ils sont favorables ou non au développement des Oscinies. Mais il est bien évident, compte tenu des résultats exposés ci-dessus, que la répartition ne sera pas la même vis-à-vis des deux populations d'Oscinies (Tableaux 3 et 4).

Si l'on compare maintenant la densité des populations d'adultes éclos de chacune des 22 variétés de Maïs et l'importance des dégâts que le développement de ces adultes a provoqués chez les plantes, il apparaît que les variétés *FI7*, *WH*, *WJ*, *W182E*, par exemple, présentent une tolérance très satisfaisante, puisque capables d'héberger d'assez fortes populations sans pour cela en souffrir considérablement. Il en va par contre tout autrement de la lignée *V3* qui se montre très endommagée sous l'action d'une densité de population relativement faible. Cela montre à quel point le problème de la résistance des plantes aux Insectes peut être complexe, et comment en particulier les phénomènes de tolérance d'une part, d'antibiosis d'autre part, sont capables de jouer indépendamment les uns des autres, ou au contraire en conjugaison très étroite. De telles réactions ont d'ailleurs été observées dans les conditions de la nature (LE BERRE et MOREAU, 1961) et peuvent être analysées avec plus de précision lorsque l'on varie les niveaux de l'infestation artificielle comme cela a été fait pour *W240*, *W255* et *Inra 258* (Tableau 5).

TABLEAU 5

*Pourcentages des éclosions d'adultes et échelles des dégâts observés  
en fonction de 3 doses d'œufs par plante  
6 œufs I, 12 œufs II, 24 œufs III.*

Contamination faite à partir de mouche de type « pusilla »

Hybrides doubles	I		II		III	
	% d'adultes récoltés sur 108 œufs	Échelle des dégâts	% d'adultes récoltés sur 216 œufs	Échelle des dégâts	% d'adultes récoltés sur 432 œufs	Échelle des dégâts
W 255 .....	4,2 %	100	6,0 %	54	2,1 %	23
Inra 258 .....	10,2 %	86	5,1 %	80	2 %	66
W 240 .....	5,6 %	41	5,8 %	20	2,4 %	10

#### IV — CONCLUSIONS

Le travail expérimental que nous avons exposé ci-dessus concernait en premier lieu la recherche d'une méthode susceptible d'apporter des informations précises quant au problème de la résistance des Maïs aux Oscinies. Nous pensons, moyennant encore quelques améliorations, que la manière de procéder que nous avons utilisée et décrite n'est pas sans intérêt, et qu'elle est même capable de rendre de nombreux services. Certes, elle ne doit pas être menée en dehors de l'observation dans la nature, mais conjuguée avec elle. Alors, le fait d'opérer au laboratoire dans des conditions de milieu bien connues, et souvent constantes, émancipe la plante de nombreuses variables, ce qui autorise l'analyse précise des réactions qu'elle est susceptible d'avoir vis-à-vis du seul agent nuisible représenté par l'insecte placé dans ces conditions. Par



ailleurs, la contamination artificielle obtenue par dépôt d'œufs, permet d'échapper aux problèmes que posent la compétition et le choix qui, pour être des phénomènes naturels très importants, ne paraissent pas cependant devoir toujours jouer le rôle de préservation que de nombreux auteurs veulent leur assigner (LE BERRE, 1959), principalement en ce qui concerne la grande culture.

Enfin, une telle pratique rend possible l'analyse précise des phénomènes liés à l'Antibiosis d'une part, à la Tolérance d'autre part. Nous avons vu en effet que les possibilités de développement des *Oscinies* varient considérablement en fonction de la variété, de telle sorte que certaines lignées et quelques hybrides simples, en ne permettant qu'une faible survie des insectes, peuvent constituer le point de départ d'excellents facteurs de réduction des populations d'*Oscinies*. Parallèlement, il a été montré que certaines variétés ont une tolérance très élevée, ce qui leur permet de composer efficacement avec les asticots qu'elles hébergent. La question se pose alors de savoir jusqu'à quel point de telles particularités sont héréditaires chez la plante, comment elles peuvent se transmettre et les modifications qu'elles sont susceptibles de subir lorsque le végétal se retrouve dans les conditions de la nature.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALACHOWSKY A., MESNIL L., 1935. Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, vol. I, Paris.  
 LE BERRE J. R., MOREAU J. P. Différences variétales de comportement dans la nature de quelques maïs vis-à-vis de l'*Oscinie* (*Oscinella frit* L.). *Ann. Epiphyties*.  
 LE BERRE J. R., CHEVIN H. Caractères de l'apparition et étude biologique des populations d'*Oscinella pusilla* MEIG. dans le Bassin Parisien. *Bull. Soc. Ent. France* (en préparation).  
 CHAPIRO I. D., ZOUBKOVA S. V., 1959. Etude des collections de Maïs sous l'angle de leur comportement vis-à-vis de la mouche de Suède. *B. Vses. Inst. Rast.*, n° 6, 41-46.  
 LHOE M., 1930. Beobachtungen über Aenderungen im Habitus an von Fritfliegen befallenen Maispflanzen. *Z. Pflanzenkr. u. Pflanzenschutzd.*, 40, 137-143.  
 PAINTER R. H., 1930. The biological strains of Hessian fly. *J. Econ. Ent.*, 23, 322-326.  
 BELIAEV Y. I. 1959. Parasites des cultures céréalières. Moscou, 63-107.

## DISCUSSION

Après présentation de nombreuses diapositives en couleur, illustrant la diversité de réaction des variétés artificiellement contaminées et cultivées dans les conditions du Laboratoire, la discussion est ouverte par IBBOTSON qui demande quelques précisions relatives aux techniques utilisées, arguant en particulier que le dépôt d'un même nombre d'œufs sur chaque plante ne garantit pas un même niveau d'infestation larvaire si l'on ignore au départ le pourcentage de viabilité des œufs.

LE BERRE reconnaît que le protocole d'expérience adopté ici ne permet pas de connaître exactement le nombre des œufs qui éclosent sur chaque plante artificiellement contaminée, mais indique que la mortalité accidentelle des œufs, due aux manipulations de prélèvement et de transport, est très faible et que dans la majorité des cas, 5 au moins des 6 œufs arrivent normalement au terme de leur développement. C'est au cours du cheminement de la jeune larve sur la plante, puis de la pénétration dans la tige, enfin pendant tout son développement que la mort peut intervenir, provoquée soit par les conditions de milieu, soit par les caractères intrinsèques du végétal, soit par la conjugaison des deux. La récolte des adultes dans chaque essai de 6 plantes, en précisant le taux de survie des insectes, fixe corrélativement, le niveau de la mortalité qui diffère de façon significative d'une variété à l'autre. Mais, il est évidemment impossible, par cette méthode, de savoir à quel stade de l'évolution des *Oscinies* la mort prend place. Cependant, le fait que, dans les contaminations par œufs d'*Oscinella pusilla*, les dommages causés aux jeunes plantes soient considérables en dépit de la faible survie qui est observée, incline à penser que la mort n'apparaît qu'assez tardivement dans le cours du développement de ces Mouches.

A propos de certaines images photographiques, le Professeur PAINTER demande si les dégâts peuvent apparaître plus tôt chez une variété par rapport à une autre, ce qui entraîne une réponse négative de la part de LE BERRE et VIJVERBERG.

A la suite d'une observation de LASCOLS, relative aux conditions mêmes de la végétation du Maïs au laboratoire, LE BERRE est amené à donner les précisions suivantes :

1<sup>o</sup> L'étiollement qui est observé sur certaines reproductions photographiques concerne des plantes qui ont déjà vécu plus de deux mois dans les conditions du laboratoire, alors que l'on se trouve à quelques jours seulement de l'éclosion des adultes. Il ne présente donc qu'un faible intérêt quant à l'étude des réactions de la plante à l'Oscinie. Par contre, il est indispensable de préciser qu'au moment de la contamination artificielle d'une part, pendant le développement de l'asticot d'autre part, la végétation des jeunes Maïs est des plus satisfaisante, de telle sorte d'ailleurs que l'allure générale des dommages rappelle très exactement celle qui est normalement observée dans la nature.

2<sup>o</sup> La raison majeure de cette série d'expériences au laboratoire réside dans la recherche de méthodes d'études au laboratoire des phénomènes de résistance des plantes à l'égard des insectes, en pratiquant une contamination artificielle de différentes variétés de Maïs quand les plantes ont atteint le même stade végétatif à 2 feuilles. De la sorte, les différences de vitesse de croissance peuvent encore jouer, évidemment, mais de façon nettement moindre que dans la nature. Corrélativement de telles expériences sont susceptibles de permettre l'étude précise du phénomène de l'*antibiosis*.

Les conditions de végétation du Maïs retenues dans cette expérimentation découlent d'essais préliminaires concernant exclusivement la croissance du Maïs au laboratoire et il s'est avéré que, dans la courte période qui intéresse l'évolution larvaire de l'Oscinie, un éclaircissement constant donné par des groupes « phytorel » pour une température comprise entre 22<sup>o</sup>-25<sup>o</sup> C ainsi qu'une humidification du sol renouvelée constamment, constituent les conditions optimales. De la sorte, le classement des variétés en fonctions de leurs réactions à l'Oscinie, est très comparable à celui établi dans les conditions de la nature et c'est en définitive ce qui peut constituer le point important de cette étude.

IBBOTSON signale alors que des Avoines semées après la mi-été ne sont plus attractives pour la ponte de l'Oscinie et demande si des essais semblables ont été faits sur Maïs.

LE BERRE indique qu'il n'a pas été fait de tels essais sur Maïs, mais que chaque année, des semis mensuels de Blé, Orge et Avoine sont effectués entre le mois d'avril et le mois d'octobre, afin de maintenir en place une forte densité des populations d'Oscinies. Aucune perte de l'attractivité des jeunes plantes n'a été observée. Une des conséquences directes de cette multiplication des Oscinies qui est entretenue dans les parcelles expérimentales de Versailles concerne l'impossibilité dans laquelle on se trouve actuellement d'obtenir des épis d'Avoine et d'Orge qui ne soient pas attaqués à moins de 80 p. 100. Par ailleurs, les dégâts causés aux Orges par les Oscinies ont déjà beaucoup évolué au cours de ces dernières années. Avant 1959, alors qu'il n'existait pratiquement pas en France de populations caractérisées d'*Oscinella pusilla*, de très forts dégâts ont été observés sur les semis d'escourgeon faits à l'automne, à la suite des migrations larvaires qui se situent en octobre et novembre. Quelques mois après, la végétation repartait et on assistait à la disparition à peu près complète des dommages ainsi que des Oscinies. Depuis 1959, année au cours de laquelle l'apparition d'*Oscinella pusilla* fut notée, les dégâts sur Orge sont devenus aussi importants et aussi durables que sur Avoine. Ces possibilités d'apparition de biotypes différents dans la nature n'est pas sans poser un important problème quant aux études sur la résistance des plantes à l'égard des insectes.

A cela PAINTER réplique que d'après ce qu'il vient d'apprendre ici, d'après ce qu'il a appris auprès du Dr HORBER de Zurich et de ce qu'il sait de ces insectes aux Etats Unis, où on peut ramasser dans les herbes de nombreux spécimens d'Oscinies sans pour cela qu'il y ait de dégâts sur le Blé, il lui semble que les populations de ce Diptère qui se trouvent en Angleterre, aux Etats Unis et en France présentent des différences biologiques très importantes qu'il serait intéressant d'étudier. Par conséquent, il pense que, dans les recherches sur la résistance des plantes à l'égard des insectes, il convient d'abord de faire de premiers essais pour dégager l'existence ou non de phénomènes de résistance et ensuite seulement de voir les variations de ces phénomènes de résistance en fonction de différentes populations. Mais, au début, il vaut certainement mieux étudier la résistance vis-à-vis d'une population aussi pure que possible. Ensuite, on peut évidemment passer à l'étude de la population globale. Dans le cas où il existe des lignées de plantes résistantes et d'autres susceptibles, il est une expérience très instructive qui consiste à planter ces lignées côte à côte à des dates aussi différentes que possible, puis d'étudier le comportement comparé des plantes. Cela est intéressant à faire avec de nombreux insectes et l'a d'ailleurs été avec *Meromyza americana*, diptère qui appartient à la même famille que l'Oscinie et qui fait aux USA de sérieux dégâts sur les Blés. On a ainsi montré que les différences d'infestation dépendent non seulement de la variété, mais que, pour chaque variété, il existe une relation entre le nombre maximum d'adultes de 2<sup>ème</sup> génération ainsi que du nombre d'œufs pondus et un stade particulier de maturité des plantes qui se montre plus attractif vis-à-vis des larves.





## DISCUSSION GENERALE

La *première question* abordée fut celle-ci : la Pyrale ou la Sésamie ont-elles un comportement de ponte particulier, appelant un choix entre diverses plantes ?

PAINTER signale qu'il y a effectivement un choix chez la Pyrale mais que ce phénomène n'a pas été suffisamment étudié, en particulier pour savoir s'il existait une oviposition différente selon les lignées de Maïs. Il cite à ce propos une expérience qu'il a faite : dans les recherches sur *Diatraea grandiosella*, une lignée « inbred » du Kansas s'était montrée résistante à cet insecte. Cette lignée a été envoyée à DICKE qui l'a plantée à Toledo, dans ses parcelles destinées à l'étude de *P. nubilalis*, près de quelques lignées de Maïs à haute tige. PAINTER a vu ces lignées à Toledo. Les lignées « inbred » étaient infestées naturellement à 100 p. 100 tandis qu'on observait une très faible infestation chez les hybrides pourtant deux fois plus hauts. DICKE a précisé que c'était la lignée de loin la plus attractive à *P. nubilalis* qu'il eut jamais vue. Mais peu de larves survécurent sur cette lignée, laquelle apparemment portait sa résistance dans la tige et non dans les feuilles comme cela se produit ordinairement et l'on peut penser que cette résistance de la tige vis-à-vis de la Pyrale et de *Diatraea* est la même ou du moins que cette lignée porte quelque résistance aux deux insectes.

LE BERRE indique que l'âge des Maïs doit aussi avoir une grande influence quant à son attractivité vis-à-vis de la Pyrale. C'est ainsi que Mme GUENNELON, de la Station de Zoologie agricole du Sud-Est, a montré qu'il existe des différences d'attaque très importantes en fonction de la date des semis pour la même génération de Pyrale.

ANGLADE confirme l'existence d'une telle relation entre les Sésamies et le stade de développement de la plante. Par exemple, dans un champ dont la plus grande partie avait été ensemencée vers le 1<sup>er</sup> Mai, tandis que le reste l'était à la mi-juin, l'attaque de la première génération de Sésamie s'est montrée faible mais homogène. Par contre, l'attaque de la 2<sup>e</sup> génération s'est fixée uniquement sur les Maïs plantés en juin.

PAINTER parle alors des difficultés rencontrées dans l'étude des différences de comportement d'oviposition de la Pyrale pouvant servir aux recherches sur la résistance. En particulier, si les observations faites dans les cultures ne sont pas assez rapprochées, des différences notées quant à l'attaque peuvent aussi bien résulter de différences d'oviposition que de différences de survie des larves. En outre, il pense qu'il existe dans le domaine de l'oviposition de la Pyrale des variations comparables à celles qui sont rencontrées chez l'Oscinie. Enfin, les phénomènes de résistance à la Pyrale dus à l'antibiosis se montrent difficiles à étudier, ce qui fait que les efforts se sont concentrés sur cet aspect.

On retrouve des résultats semblables lorsqu'on aborde les études de résistance à la Mouche de Hesse. Dans les conditions de la nature, l'oviposition montre des différences qu'il est impossible de répéter en serre. Les Mouches ne sont pas capables

en serre de reproduire ce qu'elles font dans la nature et il ne peut évidemment y avoir d'étude de la résistance sans cela.

TROUVELOT insiste sur l'importance que présente l'âge physiologique de la plante dans ses rapports avec la fécondité, l'attractivité et la vitesse de développement chez l'insecte. Il cite en particulier l'exemple du Ver à soie, puis celui du Doryphore.

Le problème de l'attractivité est repris par IBBOTSON du point de vue de la perception des couleurs par les insectes.

Cet auteur a utilisé des plaques de verre de 16 cm<sup>2</sup> de surface, enduites d'un côté de « Stopmoth », une résine en bâton, et de l'autre de vernis coloré. Cette sorte de résine ne sèche pas et est utilisée en Angleterre pour badigeonner les troncs des arbres fruitiers et les préserver des insectes. Elle est complètement translucide et ne donne qu'une légère nuance jaunâtre aux couleurs.

Ces plaques sont posées à plat, sur le sol ou sur des supports, pour qu'elles se trouvent à la hauteur des cultures et attirent toutes les mouches volant aux alentours.

Les couleurs employées : le blanc, le jaune, le bleu clair, le noir et le rouge, sont citées ici dans l'ordre décroissant du point de vue de l'attractivité, le blanc se montrant dix fois plus attractif que le rouge. La proportion des sexes est à peu près la même dans tous les pièges, sauf pour le rouge qui attire surtout des femelles ; la proportion des Oscinies par rapport aux autres Diptères est aussi à peu près la même, ceci pour le jaune, le bleu clair et le noir, tandis que le blanc ne prend pratiquement que des Oscinies, au contraire du rouge qui prend surtout d'autres Diptères. L'analyse complète montre l'existence d'une interaction couleur-temps, selon laquelle le bleu clair et le noir prennent des proportions différentes d'Oscinies suivant les jours, probablement d'après le temps.

Les pièges blancs avaient déjà été essayés à Rothamsted en comparaison avec les pièges à aspiration et montré la même efficacité que ces derniers. Les pièges noirs ont attiré accidentellement des quantités énormes d'Hydrophilides, en particulier d'*Helophorus* sp. (il existe dans ce genre une gradation de taille allant du très grand au très petit et il est difficile de distinguer les espèces). Ce phénomène est en accord avec de nombreuses autres observations émanant de différents auteurs et d'après lesquelles on a vu par exemple des Dytiques essayant de s'enfouir dans des routes noires. Le pourcentage de réflectivité des pièges a été mesuré, mais les résultats n'ont donné aucune indication sur les causes de l'attractivité. Il est vraisemblable que les Mouches éprouvent simultanément des phénomènes opposés et que les différentes bandes d'ondes ont des degrés différents de luminosité apparente suivant le temps (un comportement analogue à celui des Abeilles mais simplifié). La nature de la réponse à la couleur est cependant entièrement hypothétique, car aucune expérience critique n'ayant été de nouveau faite jusqu'à présent.

PAINTER exprime la pensée de toutes les personnes présentes en concluant qu'il est très difficile d'étudier le mode de perception des pigments par les insectes, en particulier à cause des phénomènes de réflexion. Ce qui amène IBBOTSON à répliquer qu'en utilisant les techniques de mesure du Laboratoire de physique, il a pu obtenir une estimation du pourcentage de « réflectivité » ainsi que les longueurs d'onde des couleurs qu'il a utilisées. Mais cela n'a pas permis d'expliquer les différences d'attractivité observées vis-à-vis des Oscinies.

La *seconde question* soulevée intéresse plus particulièrement le problème de l'incidence des dégâts causés aux plantes sur le rendement de celles-ci.

LAZAREVIC intervient pour insister sur le fait que la perte de rendement n'est pas toujours en relation directe avec l'intensité de l'attaque et qu'en outre, on observe de très grandes variations d'une année à l'autre.

IBBOTSON confirme ce point de vue grâce à l'exemple de travaux effectués il y a déjà quelques temps sur les Pucerons du chou. Par un ensemble d'observations concernant les dommages que peuvent causer les Pucerons sur les pousses, il a été possible de calculer les corrélations et les coefficients de régression entre les populations d'Aphides et les pertes de rendement. Ces corrélations se montrèrent de loin les plus significatives chez les plantes repiquées depuis 10 à 12 semaines. Mais, d'une façon générale, dans la pratique agricole, il est très difficile d'établir une relation précise entre l'importance des dommages et les pertes de rendement.

La *3<sup>e</sup> question* soumise à discussion concerne le problème de la sélection des variétés résistantes aux insectes.

M. le Professeur CORTE, Directeur de la Station d'Amélioration des Plantes de Montpellier, signale que ce qui l'intéresse actuellement au premier chef, c'est de pouvoir obtenir le plus rapidement possible des lignées résistantes vis-à-vis de la Pyrale et de la Sésamie et, à partir de ces lignées, des hybrides résistants et de bonne qualité.

Pour ce qui est de la Pyrale, il existe déjà des renseignements provenant des travaux américains. Il reste à vérifier si les lignées qui passent pour avoir une bonne résistance aux Etats Unis se comportent d'une façon satisfaisante en France. D'autre part, on cherche également à isoler les lignées qui se montrent résistantes vis-à-vis de la Sésamie.

DOMMERGUES souligne qu'en ce qui concerne les Oscinies, une remarque faite par hasard en étudiant la sensibilité des différentes lignées de blé monosomiques de SEARS a permis de constater des différences de sensibilité, mais qu'il ne peut guère détailler cette question car le dépouillement de toutes les observations n'a pas encore été totalement réalisé. En outre, il pense devoir insister sur certains aspects de la résistance vus au travers des mutations.

Actuellement, les généticiens possèdent un éventail de populations soit sauvages, soit créées par l'homme, parmi lesquelles ils cherchent les géniteurs de résistance. Mais dans quelle mesure peut-on d'une part augmenter le nombre des lignées résistantes et d'autre part apporter une résistance connue sur une variété qui est déjà intéressante sur le plan agronomique ?

PAINTER précise à cette occasion les deux points suivants :

1<sup>o</sup> des lignées monosomiques ont été utilisées aux Etats Unis dans les recherches sur la résistance à la Mouche de Hesse. Mais les différents monosomiques n'ont pas été étudiés du point de vue mentionné par DOMMERGUES c'est-à-dire des différences d'infestation entre les divers monosomiques.

2<sup>o</sup> les Américains travaillent actuellement d'une façon très rigoureuse les problèmes de génétique particuliers à la Mouche de Hesse parce qu'ils disposent d'un matériel blé dont ils connaissent assez exactement les gènes portant les caractères de résistance vis-à-vis de cet insecte. C'est ainsi que 5 gènes ont été reconnus responsables des phénomènes de résistance vis-à-vis de la Mouche de Hesse. Les chercheurs américains sont par ailleurs amenés à augmenter continuellement



la résistance des variétés de blé vis-à-vis de la Mouche de Hesse, car ils trouvent parallèlement dans les populations de cette Mouche des races de plus en plus agressives à l'égard des variétés de blé nouvellement sélectionnées. Il y a là une sorte de compétition entre l'agressivité de la Mouche de Hesse et le niveau de résistance des variétés de blé.

DOMMERGUES se montre très intéressé par ce travail car lui-même aborde en ce moment le problème de la résistance des blés à la rouille noire et se trouve dans des conditions sensiblement parallèles. Il faut insister, croit-il, sur la pluralité des gènes qui interviennent dans les phénomènes de résistance et sur la variabilité du parasite. Le problème de la résistance est loin d'être un problème simple correspondant à un simple caractère mendélien.

PAINTER fait quelques remarques à propos des différences entre la résistance aux insectes et la résistance aux maladies. Une première remarque importante concerne, selon lui, la complexité plus grande de l'insecte comparée à celle des organismes transmettant les maladies. Une autre réside dans le fait que chez l'insecte, il est possible d'utiliser avantageusement la préférence ou la non préférence. L'insecte doit trouver la plante, l'organisme qui transmet la maladie la rencontre par hasard. D'autre part, dans la résistance aux insectes, plusieurs facteurs interviennent en même temps, tandis que dans la résistance aux maladies il ne s'en trouve qu'un à la fois.

Ceci conduit TROUVELOR à insister sur l'importance de l'idée émise par PAINTER, à savoir qu'il existe un lien entre l'insecte et la plante, contrairement à ce qui se passe avec les maladies, puisque l'insecte doit aller vers la plante tandis que l'infestation par les maladies est soumise au hasard.

DOMMERGUES aborde alors un autre problème qui intéresse plus spécialement la sélection des gènes de résistance. C'est celui du criblage. Il est assez général et se pose peut-être d'une façon comparable pour la résistance aux insectes et pour la résistance aux maladies.

Selon PAINTER il est plus facile pour les organismes porteurs de maladies de favoriser le développement de races capables d'infester des plantes résistantes pour deux raisons :

1<sup>o</sup> différence de complexité des situations de la résistance entre insectes et maladies ;

2<sup>o</sup> vitesse de reproduction plus grande chez les maladies que chez les insectes.

Dans le cas de la Mouche de Hesse, des chercheurs ont montré dans les laboratoires américains qu'il est possible d'obtenir des lignées d'insectes capables de vivre sur les plantes résistantes de telle sorte qu'on a la relation : une lignée d'insectes — un gène de la plante. La race qui est capable d'infester une plante portant 3 gènes de résistance n'est pas capable d'infester celle qui en porte 4 mais ces deux types de plantes sont cependant résistants vis-à-vis d'une population naturelle. Par ailleurs, il a été possible, à la suite de ces résultats, d'obtenir une autre race de Mouche de Hesse capable d'infester toutes les plantes.

LE BERRE pense que si les phénomènes sont plus compliqués chez les insectes, cela peut être aussi un avantage pour ce qui est de la recherche des facteurs de résistance des plantes, puisque cela suppose qu'il y a plus de domaines de recherches.

C'est aussi en définitive l'avis de PAINTER qui ajoute que, dans les cas de résistance qui ont été étudiés au laboratoire, il n'y a pas eu de travail précis, rigoureux pour tous les gènes qui contrôlent la résistance, mais seulement plusieurs expériences

pour un caractère de résistance donné. C'est dire que les connaissances concernant le rôle des gènes dans ces phénomènes de résistance sont fragmentaires.

D'après DOMMERGUES il en va de même sur le plan des rouilles. Nous connaissons actuellement de nombreux gènes qui interviennent dans la résistance à la rouille. Associer ces gènes par croisement, c'est faire de la génétique traditionnelle. Mais le problème suivant se pose : sur une plante déterminée, est-on capable, par mutation, de mettre en jeu tel ou tel gène connu de résistance, ou mieux, des gènes encore inconnus actuellement ? Ceci nous conduit à aborder le problème des moyens utilisés pour provoquer des mutations. Il est toujours possible par une série de back-cross de faire sortir un caractère intéressant d'une lignée sauvage et de l'apporter dans une lignée cultivée mais ceci nécessite un nombre considérable de croisements et de générations. Peut-on limiter ce travail en faisant apparaître directement sur une lignée intéressante une mutation utile ? Cette mutation obtenue n'est-elle pas liée à des caractères néfastes au rendement ? Voilà un problème que nos moyens actuels permettent dans une certaine mesure de résoudre. Jusqu'ici on produisait avec les rayonnements des mutations dues généralement à des ruptures de chromosomes, alors que maintenant on a la possibilité de réduire au minimum ces ruptures chromosomiques et d'obtenir surtout des mutations ponctuelles. Cet énorme progrès a été réalisé depuis la découverte de substances dites « mutagènes » dont l'application permet d'obtenir presque dix fois plus de mutations que n'en peuvent donner les rayons X. Ces substances sont actuellement : le sulfate d'éthyle,  $\text{SO}_4 (\text{C}_2\text{H}_5)_2$ , et le métasulfonate d'éthyle,  $\text{CH}_3 \text{SO}_2 \text{OC}_2 \text{H}_5$ . L'action mutagène de ces composés chimiques a été découverte par HESLOT à l'Institut National Agronomique de Paris.

Toutefois, les conditions de milieu peuvent considérablement modifier l'expression phénotypique d'une mutation ponctuelle. Une mutation favorable en un lieu donné peut devenir défavorable dans un autre lieu. En Italie, en France ou en Suède, on recherche pratiquement le même type de blé du point de vue de son aspect. Mais si on prend des blés italiens et qu'on les fasse remonter vers le nord leur faciès change complètement. Réciproquement, si on fait descendre des blés suédois vers le sud, ils n'ont plus du tout le même aspect qu'en Suède. Si l'aspect des variétés sélectionnées est comparable dans leur pays d'origine, les conditions de développement sont telles qu'il se modifie complètement en changeant de zone de culture.

#### RÉSOLUTION

A la fin des travaux du Colloque, M. TROUVELOT propose à l'approbation des participants la motion suivante :

L'intérêt porté par chaque participant à la présente rencontre, les liens nouveaux qui ont pu se développer entre collègues, montrent l'utilité de faire périodiquement, sur des thèmes appropriés, des rencontres analogues à celle qui vient de se réaliser. Les problèmes susceptibles d'être utilement abordés sous l'angle des études d'immunité, de résistance, d'affinités plantes-insectes présentent une abondance croissante, jointe à une diversité sans cesse plus grande. Le nombre de chercheurs, ou plutôt d'équipes de recherches, spécialisés dans ce sens, devant s'accroître rapidement et un travail en profondeur étant à généraliser, un lien d'information régulière et propre à ces travaux entre équipes intéressées sera de plus en plus important. La tenue de colloques du type de ceux organisés à Vienne et à Versailles en 1960,

sera un de nos objets sur le plan de l'organisation, mais on peut aussi envisager, lorsque les circonstances favorables se présenteront, la constitution d'un lien permanent spécialisé pour l'information rapide et la documentation de base sur les sujets qui sont les nôtres.

La réunion de Versailles confirme toute l'importance, pour les travaux d'étude et d'application en immunologie, d'une coopération étroite, profonde entre zoologistes et généticiens. On ne peut que recommander dans l'avenir cette excellente association des efforts. Pour la préparation des travaux dans les sens indiqués nous confirmons notre confiance aux animateurs des réunions, c'est-à-dire au Professeur PAINTER pour l'Amérique du Nord, au Professeur de WILDE et à M. LE BERRE pour l'Europe de l'Ouest ».

---



## TABLE DES MATIÈRES DE L'ANNÉE 1961

C. ALLARD. — Sur les Myceliophthora du Champignon de couche ( <i>Psalliotia hortensis</i> COOKE) .....	263
P. ANGLADE. — Influence sur le rendement du Maïs de l'infestation des tiges par la deuxième génération de la Sésamie ( <i>Sesamia nonagrioides</i> LEF. Lep. Noctuidae). Méthodes de comparaison des hybrides par infestation artificielle .....	357
P. ANGLADE. — Essai de mise au point d'une méthode de mesure de la sensibilité des lignées de Maïs aux chenilles de la génération estivale de la Sésamie ( <i>Sesamia nonagrioides</i> LEF.) .....	413
S. AZEEMUDDIN, J. PONCHET. — Isolement de <i>Piricularia oryzae</i> (BR. CAV.) et de <i>Helminthosporium oryzae</i> BREA DE HAAN à partir de semences de Riz <i>Oryza sativa</i> L. ....	141
C. BIGOT. — Observations sur quelques parasites de plantes ornementales..	373
L. BONNEMAISON. — Protection des betteraves-racines et des porte graines contre la Jaunisse basée sur la lutte contre les vecteurs .....	155
A. CAUDWELL. — Étude sur la maladie du Bois noir de la Vigne : ses rapports avec la Flavescence dorée .....	241
A. CAUDWELL. — Les phénomènes de rétablissement chez la Flavescence dorée de la Vigne .....	347
F. CHABOUSSOU. — Recherches sur l'Hoplocampe du Pommier ( <i>Hoplocampa testudine</i> KLUG). Méthode de lutte chimique .....	293
S. COUTURIER. — Recherches anatomiques et histologiques sur l'iléon des <i>Melolonthinae</i> (Coléoptères Scarabeides) .....	317
J.-C. DEVERGNE. — Reconnaissance de plusieurs virus dans une population de <i>Trifolium pratense</i> L. naturellement infectée .....	219
J. GRENTE. — La maladie de l'Encre du Châtaignier. I. Étiologie et Biologie..	5
J. GRENTE. — La maladie de l'Encre du Châtaignier. II. Les agents pathogènes : <i>Phytophthora cambivora</i> et <i>P. cinnamomi</i> .....	25
J. GRENTE, S. SAURET. — Épreuve de la résistance à l'Encre et à l' <i>Endothia</i> sur des cultures de tissus de clones de Châtaignier .....	61
J. GRENTE. — Observations sur le comportement des plants de Châtaignier après inoculation de l' <i>Endothia parasitica</i> .....	65
C. GRISON, C. MARTIN. — Contribution à l'étude du comportement des virus des végétaux chez leurs hôtes hypersensibles .....	89
C. GROSCLAUDE. — Le Plomb des arbres fruitiers .....	75
A. IBBOTSON. — Host selection by Frit Fly in Britain .....	445
B. LAZAREVIC. — Inquiries into the resistance of some hybrid corns towards the Corn Borer .....	405

J. R. LE BERRE, J. P. MOREAU. — Différences variétales de comportement dans la nature de quelques Maïs vis-à-vis de l'Oscinie ( <i>Oscinella frit</i> L.).	423
J. R. LE BERRE, H. CHEVIN. — Comportement de diverses graminées à l'Oscinie et variations morphologiques de celle-ci en fonction du substratum alimentaire .....	433
J. R. LE BERRE, A. VIJVERBERG. — Recherche d'une méthode d'étude du comportement des maïs vis-à-vis des Oscinies .....	453
J. M. LÉGAY. — Étude de la stabilité d'une corrélation entre deux caractères quantitatifs .....	381
J. MARROU. — Effet de mesures prophylactiques simples sur la dissémination du virus de la Mosaïque de la Laitue en culture grainière et sur la transmission de ce virus par la graine .....	95
P. MOLOT. — Un nouvel <i>Helminthosporium</i> sur Maïs dans le Bassin parisien. Aspect pratique de la question .....	71
R. H. PAINTER. — Insect resistance in plants .....	397
D. SCHVESTER. — Contribution à la mise au point de méthodes de lutte chimique contre la forme gallicole du Phylloxera de la Vigne, <i>Phylloxera vitifolii</i> FITCH.....	101
R. TRAMIER. — La Fusariose du Glaïeul dans le midi de la France.....	125
O. TUZET, T. ROUQUEROLLE. — Sur une amibe parasite des racines de Riz en Camargue .....	149
G. VIENNOT-BOURGIN. — Notes de Pathologie végétale.....	115
COLLOQUE SUR LA RÉSISTANCE DES MAÏS ET CÉRÉALES AUX INSECTES ....	393
CHRONIQUE DES LIVRES .....	121, 237, 355

---

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 5-1-1962.

---

Dépôt légal : 1<sup>er</sup> trimestre 1962.

N d'impression : 177





# INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

149, rue de Grenelle, PARIS-VII<sup>e</sup>. Tél. : INV 41.09.

Directeur : H. FERRU

## Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

Président ..... M. le Ministre de l'Agriculture.  
Vice-Président ..... M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

## Comité Permanent de la Recherche Agronomique

Président ..... M. le Professeur LEMOIGNE.  
Membres ..... MM. les Professeurs BRESSOU, TERROINE.  
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique  
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique,  
Les Directeurs centraux de Recherches.

## Rédaction des Annales

Pour l'ensemble des Séries : M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche Agronomique.  
Agronomie. — M. BOISCHOT, Directeur de la Station centrale d'Agronomie.  
Physiologie Végétale. — M. COÏC, Directeur de la Station centrale de Physiologie végétale.  
Amélioration des Plantes. — M. MAYER, Directeur de la Station centrale de Génétique et Amélioration des Plantes.  
Épiphyties. — M. DARPOUX, Directeur de la Station centrale de Pathologie végétale,  
M. TROUVELOT, Directeur de la Station centrale de Zoologie agricole,  
M. VIEL, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.  
Abeille. — M. CHAUVIN, Directeur de la Station de Recherches sur l'Abeille et les Insectes sociaux.  
Zootechnie. — M. A.-M. LEROY, Professeur à l'Institut National Agronomique,  
M. FÉVRIER, Directeur de la Station de Recherches sur l'Élevage,  
M. PÉRO, Directeur de la Station de Recherches avicoles.  
Technologie agricole. — M. FLANZY, Directeur de la Station centrale de Technologie des produits végétaux,  
M. MOCQUOT, Directeur de la Station centrale de Technologie des produits animaux.  
Biologie animale, Biochimie, Biophysique. — M. FRANÇOIS, Directeur du Service de Biochimie et de Nutrition,  
M. THIBAUT, Directeur de la Station de Physiologie animale.

## ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :

149, rue de Grenelle, PARIS-VII<sup>e</sup>, Tél. : INV 41.09.

## TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1962

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
AGRONOMIE.....	50 NF	56 NF	9,50 NF
PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE.....	30 NF	34 NF	8 NF
AMÉLIORATION DES PLANTES.....	35 NF	39 NF	9,50 NF
ÉPIPHYTIES.....	35 NF	39 NF	9,50 NF
ABEILLE.....	20 NF	22 NF	6,50 NF
ZOOTECNIE.....	40 NF	44 NF	11 NF
TECHNOLOGIE.....	35 NF	39 NF	9,50 NF
BIOLOGIE ANIMALE.....	40 NF	44 NF	11 NF

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 0,40 NF en timbres-poste.

Les demandes d'abonnements doivent être adressées au Régisseur des Publications de l'Institut National de la Recherche Agronomique, 149, rue de Grenelle, PARIS-VII<sup>e</sup>. C. C. P. : PARIS, 9064-43. Elles peuvent être également souscrites par l'intermédiaire de libraires dans les conditions habituelles.

## TABLE DES MATIÈRES

P. ANGLADE. — Influence sur le rendement du Maïs de l'infestation des tiges par la deuxième génération de la Sésamie ( <i>Sesamia nonagrioides</i> LEF. Lep. Noctuidae). Méthodes de comparaison des hybrides par infestation artificielle.....	357
C. BIGOT. — Observations sur quelques parasites de plantes ornementales.....	373 +
J.-M. LEGAY. — Étude de la stabilité d'une corrélation entre deux caractères quantitatifs.	381
<i>Colloque sur la résistance des Maïs et Céréales aux insectes</i> .....	393
H. PAINTER. — Insect resistance in plants.....	397
B. LAZAREVIC. — Inquiries into the resistance of some hybrid corns towards the Corn Borer. ....	405
P. ANGLADE. — Essai de mise au point d'une méthode de mesure de la sensibilité des lignées de Maïs aux chenilles de la génération estivale de la Sésamie ( <i>Sesamia nonagrioides</i> LEF.) .....	413
J.-R. LE BERRE, J.-P. MOREAU. — Différences variétales de comportement dans la nature de quelques maïs vis-à-vis de l'Oscinie ( <i>Oscinella frit</i> L.).....	423
J.-R. LE BERRE, H. CHEVIN. — Comportement de diverses graminées à l'Oscinie et variations morphologiques de celle-ci en fonction du substratum alimentaire.....	433
A. IBBOTSON. — Host selection by Frit Fly in Britain .....	445
J.-R. LE BERRE, A. VIJVERBERG. — Recherche d'une méthode d'étude du comportement des maïs vis-à-vis des Oscinies .....	453
TABLE DES MATIÈRES DE L'ANNÉE 1961 .....	469